



**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΗ  
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΚΑΜΨΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΣΕ  
ΑΓΥΜΝΑΣΤΕΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ**

του

Αγγελάκη Ευάγγελου

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται  
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης  
του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος  
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και  
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας  
στην κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης και Απόδοσης».

ΚΟΜΟΤΗΝΗ

2009

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Μάλλιου Παρασκευή, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

2<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Αγγελούσης Νικόλαος, Αναπληρωτής Καθηγητής

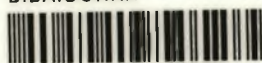
3<sup>ος</sup> Επιβλέπων: Φατούρος Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9072/1  
Ημερ. Εισ.: 28/03/2011  
Δωρεά: \_\_\_\_\_  
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ  
613.710 82  
ΑΓΓ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102939

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αγγελάκης Ευάγγελος: Η επίδραση της προπόνησης με μηχανικές δονήσεις στην μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία των κάτω άκρων σε αγύμναστες γυναίκες  
(Με την επίβλεψη της κ. Μάλλιου Παρασκευής, Αναπλ. Καθηγήτριας)

Σκοπός της παρούσης έρευνας ήταν να μελετήσει τις προσαρμογές που προκαλούν διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης με μηχανικές δονήσεις στην μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία, και να βρεθεί πόσες προπονήσεις με δονήσεις την εβδομάδα είναι απαραίτητες για την βελτίωση τους. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 44 γυναίκες ηλικίας  $27,86 \pm 8,50$  ετών, ύψους  $165,44 \pm 5,35$  cm και σωματικής μάζας  $63,57 \pm 8,36$  kg, οι οποίες χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (ομάδα 1<sup>η</sup> τριών προπονήσεων την εβδομάδα, ομάδα 2<sup>η</sup> δυο προπονήσεων την εβδομάδα και ομάδα 3<sup>η</sup> ομάδα ελέγχου ) που εκτέλεσαν το ίδιο πρωτόκολλο άσκησης εκτός της ομάδας ελέγχου που δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα.. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν 10 εβδομάδες και περιελάμβανε ασκήσεις των κάτω άκρων που εκτελούνταν στο μηχάνημα δόνησης Body Coach. Η αξιολόγηση του δείγματος πραγματοποιήθηκε σε 3 φάσεις : α) πριν την έναρξη του προγράμματος αποκατάστασης, β) μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος αποκατάστασης και γ) 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος (διατήρησης). Για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova Repeated Measures). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση ως προς τη μέγιστη δύναμη μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων που παρέμεινε και στις μετρήσεις διατήρησης, και ως προς την ευκαμψία, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση μεταξύ των αρχικών και τελικών μετρήσεων που παρέμεινε και στις μετρήσεις διατήρησης σε όλες τις παραμέτρους εκτός από την αίσθηση θέσης. Η προπόνηση με μηχανικές δονήσεις οδηγεί σε βελτίωση της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας σε αγύμναστες γυναίκες και οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να διατηρηθούν τουλάχιστον για χρονικό διάστημα 4 εβδομάδων.

Λέξεις κλειδιά: μέγιστη δύναμη, προπόνηση δύναμης, ευκαμψία, συχνότητα δόνησης

## ABSTRACT

Aggelakis Evaggelos: The effect of training with mechanical vibrations to the ultimate strength and flexibility for the limbs on unexercised women  
(Under the supervision of Assistance Professor Malliou Paraskevi)

The purpose of the present research was to study the adaptations caused by training with different protocols of exercise with mechanical vibrations to the ultimate strength and flexibility on unexercised women and to find itself how much training with vibrations per week is essential for their improvement. Forty four women, aged 27,  $86 \pm 8$ , 50 years, height 165,  $44 \pm 5$ , 35 cm and body mass 63,  $57 \pm 8$ , 36 kg, voluntarily participated in the research, who were divided into three groups at random, (team 1 consisted of three training sessions per week, team 2 of two training sessions per week and team 3 was the team of control) that executed the same protocol of exercise except for the team of control that did not participate in any programme. The interventional training programme, which lasted ten weeks, included exercises for the limbs on the vibration machine (Body coach). The evaluation of the specimen took place in 3 phases, a) just before the beginning of the training programme, b) straight afterwards and c) 4 weeks afterwards the completion of program of (maintenance). Anova Repeated Measures was used for the statistical analysis. The results showed that existed statistically important increase of ultimate strength between the initial and final measurements that remained also in the measurements of maintenance, and as for the flexibility the results showed that existed statistically important increase between the initial and final measurements in all the parameters apart from the sense of place. The training based on mechanical vibrations resulted in improvements of the ultimate strength and flexibility on unexercised women and these improvements can be preserved for at least 4 weeks.

Words keys: ultimate strength, training of force, flexibility, frequency of vibration

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	ii
ABSTRACT.....	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	viii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	 1
Καθορισμός του προβλήματος- Σκοπός της έρευνας.....	1
Στατιστικές υποθέσεις.....	3
Μηδενικές υποθέσεις .....	3
Ερευνητικές υποθέσεις.....	5
Περιορισμοί - Οριοθετήσεις.....	7
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	 8
Η άμεση επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μέγιστη δύναμη .....	8
Η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στην ευκαμψία.....	11
 III.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	 13
Δείγμα.....	13
Όργανα μετρήσεων.....	13
Δέσμη των αξιολογήσεων.....	14
Περιγραφή προγραμμάτων εξάσκησης.....	16
Σχεδιασμός έρευνας.....	18
Στατιστική ανάλυση.....	20
 IV.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	 22
Αρχικές αξιολογήσεις .....	22

Τελικές αξιολογήσεις .....	23
Αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος.....	29
 V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	 40
 VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	 47
 VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	 50

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 3.1.</b> Περιγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος.....	13
<b>Πίνακας 4.1.</b> Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες.....	22
<b>Πίνακας 4.2.</b> Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης δύναμης, μετά την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες .....	24
<b>Πίνακας 4.3.</b> Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ευκαμψίας, μετά την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες.....	25
<b>Πίνακας 4.4.</b> Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης ισχίου ενεργητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	25
<b>Πίνακας 4.5.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης ισχίου παθητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	26
<b>Πίνακας 4.6.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της έκτασης ισχίου στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	27
<b>Πίνακας 4.7.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης γονάτου ενεργητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	27
<b>Πίνακας 4.8.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης γονάτου παθητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	28
<b>Πίνακας 4.9.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της αίσθησης θέσης γονάτου στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση .....	28
<b>Πίνακας 4.10.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της μέγιστης δύναμης στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	29
<b>Πίνακας 4.11.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης ισχίου ενεργητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	31
<b>Πίνακας 4.12.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης ισχίου παθητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	32
<b>Πίνακας 4.13.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της έκτασης ισχίου στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	34
<b>Πίνακας 4.14.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης γονάτος ενεργητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	35
<b>Πίνακας 4.15.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης γονάτος παθητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	36
<b>Πίνακας 4.16.</b> Μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της αίσθησης θέσης του γονάτος στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος .....	37

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 4.1. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της μέγιστης δύναμης .....	29
Σχήμα 4.2. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης ισχίου ενεργητικά .....	31
Σχήμα 4.3. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης ισχίου παθητικά .....	33
Σχήμα 4.4. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της έκτασης ισχίου .....	34
Σχήμα 4.5. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης γόνατος ενεργητικά ...	35
Σχήμα 4.6. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης γόνατος παθητικά .....	37
Σχήμα 4.7. Γραφική παράσταση των μέσων όρων της αίσθησης θέσης του γόνατος ...	38



## Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΥΚΑΜΨΙΑ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΣΕ ΑΓΥΜΝΑΣΤΕΣ ΓΥΝΑΙΚΕΣ

### *Καθορισμός του προβλήματος- Σκοπός της έρευνας*

Η εφαρμογή της προπόνησης με δονήσεις με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης είναι σχετικά μια πρόσφατη ιδέα. Αναπτύχθηκε πρώτα στην Ρωσία από τον Dr Nazarov και αργότερα από τον Dr Issurin στη δεκαετία του '70, στην προσπάθεια να βρουν μεθόδους για να βοηθήσουν μεγαλύτερης ηλικίας ανθρώπους, ιδιαίτερα αυτούς που έπασχαν από οστεοπόρωση. Η πρώτη εφαρμογή της δόνησης ως προπόνηση σε αθλητές πραγματοποιήθηκε από Ρώσους επιστήμονες οι οποίοι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η προπόνηση με δονήσεις έχει θετικές επιδράσεις στην βελτίωση της δύναμης σε καλά προπονημένους αθλητές (Issurin et al., 1994; 1999). Επιπλέον, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις έχουν εξεταστεί ύστερα από οξείες και χρόνιες εφαρμογές στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα.

Η δόνηση είναι ένα μηχανικό ερέθισμα το οποίο χαρακτηρίζεται από μια ταλαντωτική κίνηση. Οι βιομηχανικοί παράγοντες που καθορίζουν την ένταση της είναι η μετατόπιση, η συχνότητα και το μέγεθος της ταλάντωσης. Η έκταση της ταλαντωτικής αυτής κίνησης καθορίζει τη μετατόπιση της δόνησης (εκφράζεται σε mm), ο αριθμός των επαναλήψεων των κυκλικών κινήσεων της ταλάντωσης καθορίζει τη συχνότητα της δόνησης (μετράται σε Hz) και η επιτάχυνση ορίζει το μέγεθος της δόνησης (μετράται σε g, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και είναι ίση με  $9,81\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).

Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες (1999) παρατηρήθηκε οξεία αύξηση της μηχανικής ισχύος του δικέφαλου βραχιόνιου τόσο κατά την έκταση όσο και κατά την κάμψη. Το ερευνητικό πρωτόκολλο αποτελούνταν από προπόνηση με δονήσεις, συχνότητας 44Hz, μετατόπισης 3mm, επιτάχυνσης 3,05g, ενώ το δείγμα αποτέλεσαν 28 αθλητές (14 υψηλού επιπέδου και 14 ερασιτεχνικού επιπέδου). Από τα αποτελέσματα προέκυψε σημαντική αύξηση της μέγιστης ισχύος του δικέφαλου βραχιόνιου τόσο στους αθλητές υψηλού επιπέδου (10,4%) όσο και στους αθλητές ερασιτεχνικού επιπέδου (7,9%).

Επιπλέον, η προπόνηση με δονήσεις όλου του σώματος, που πραγματοποιείται μέσω συγκεκριμένων δονητικών συσκευών, προκάλεσε αύξηση του κάθετου άλματος κατά 3,8% καθώς και αύξηση στην παραγωγή μηχανικής ισχύος των κάτω άκρων κατά 7% ενώ παρατηρήθηκε μετατόπιση τόσο της καμπύλης δύναμης-ταχύτητας όσο και της

καμπύλης ισχύος-ταχύτητας προς τα δεξιά, σύμφωνα με σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Bosco και συνεργάτες (2000). Το πρόγραμμα περιελάμβανε 10 σετ ημιτονοειδών δονήσεων διάρκειας ενός λεπτού με διάλειμμα ενός λεπτού, ενώ 6 λεπτά διάλειμμα ακολούθησαν τα 5 πρώτα σετ. Η συχνότητα του συγκεκριμένου προγράμματος ήταν 26Hz ενώ η μετατόπιση 4mm και η επιτάχυνση 17g. Επίσης, σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε επαγγελματίες πυγμάχους παρατηρήθηκε αύξηση της μέσης ισχύος των καμπτηρών του αγκώνα κατά 13% ύστερα από ένα πρόγραμμα συνολικού χρόνου 5 λεπτών συχνότητας 30Hz και μετατόπισης 6mm (Bosco et al., 1999a)

Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αθλήτριες πετοσφαίρισης επαγγελματικού επιπέδου εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μηχανική συμπεριφορά των σκελετικών μυών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της μέσης ταχύτητας, της μέσης δύναμης και της μέσης ισχύος ενώ οι καμπύλες ταχύτητας-δύναμης καθώς και ισχύος-δύναμης μετατοπίστηκαν προς τα δεξιά μετά την εφαρμογή του δονητικού ερεθίσματος (Bosco et al, 1999b). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι μετατόπιση της καμπύλης δύναμης-ταχύτητας παρατηρείται ύστερα από προπόνηση δύναμης αρκετών εβδομάδων (Hakkinen & Komi, 1985). Η βελτίωση της σχέσεως δύναμης-ταχύτητας αποδόθηκε στη βελτίωση της νευρομυϊκής συμπεριφοράς η οποία προκλήθηκε από την αυξημένη ενεργοποίηση των ανώτερων κινητικών κέντρων (Milner-Brown et al., 1975).

Ένα πρόγραμμα προπόνησης με δονήσεις χαμηλής συχνότητας και μικρής μετατόπισης είναι αποτελεσματικό και ασφαλές για την βελτίωση της μυϊκής δύναμης. Οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις έχουν μελετηθεί σε άτομα τα οποία προπονούσαν σε δονητικά πιάτα που παρήγαγαν ημιτονοειδείς δονήσεις. Οι συχνότητες που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της άσκησης με δονήσεις κυμαίνονται από 15Hz έως 44Hz, ενώ η μετατόπιση από 3mm έως 10mm. Οι τιμές της επιτάχυνσης, η οποία εκφράζεται σε g (όπου g είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας) κυμαίνονται από 3.5g έως 15g.

Όπως προκύπτει από τη διεθνή βιβλιογραφία, διαφορετικά προπονητικά πρωτόκολλα άσκησης με δονητικά κύματα προκαλούν ποικίλες προσαρμογές οι οποίες σχετίζονται άμεσα με την ένταση, τη μετατόπιση και τη διάρκεια του ερεθίσματος καθώς και με το προπονητικό επίπεδο των συμμετεχόντων.

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι μηχανικές δονήσεις αποτελούν μια πηγή ερεθίσματος στην οποία το ανθρώπινο σώμα είναι εκτεθειμένο κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων. Αυτό που διαφέρει είναι η προέλευση των δονήσεων. Για

παράδειγμα, οι δονήσεις μπορεί να προέρχονται από τα μέσα μεταφοράς, όπως είναι τα οχήματα, τα τρένα, τα αεροπλάνα, καθώς και από διάφορα εργαλεία ή μηχανήματα όπως είναι το σφυρί, το κομπρεσέρ και το πριόνι (Griffin, 1996). Επίσης, και ο μυϊκός ιστός δονείται τόσο κατά την ηρεμία όσο και κατά την άσκηση, σε διαφορετικές συχνότητες.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει τις προσαρμογές που προκαλούν διαφορετικά πρωτόκολλα άσκησης με μηχανικές δονήσεις στην μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία σε αγύμναστες γυναίκες, και να βρεθεί πόσες προπονήσεις με δονήσεις την εβδομάδα είναι απαραίτητες για την βελτίωση τους.

### ***Στατιστικές υποθέσεις Μηδενικές υποθέσεις***

Οι μηδενικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι :

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (1)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (2)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

Ho: MPpre=MPpost =MPkeep (3)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (4)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (5)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (6)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (7)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (8)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (9)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (10)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (11)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (12)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (13)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (14)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (15)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (16)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά

Ho: Fpre=Fpost=Fkeep (17)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (18)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά.

Ho: Fpre=Fpost =Fkeep (19)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου

$H_0: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (20)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου.

$H_0: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (21)

Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου.

### ***Ερευνητικές υποθέσεις***

Οι ερευνητικές υποθέσεις της παρούσης έρευνας είναι:

$H_1: MP_{pre} \neq MP_{post} \neq MP_{keep}$  (1)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

$H_1: MP_{pre} \neq MP_{post} \neq MP_{keep}$  (2)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

$H_1: MP_{pre} \neq MP_{post} \neq MP_{keep}$  (3)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στη μέγιστη δύναμη.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (4)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (5)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (6)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (7)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (8)



Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (9)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη ισχίου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (10)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (11)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (12)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην έκταση ισχίου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (13)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (14)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (15)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου ενεργητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (16)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (17)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (18)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην κάμψη γονάτου παθητικά.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (19)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (20)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 1<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου.

$H_1: F_{pre}=F_{post}=F_{keep}$  (21)

Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της 2<sup>ης</sup> ομάδας και της ομάδας ελέγχου σε όλες τις χρονικές στιγμές στην αίσθηση θέσης γονάτου.

### ***Περιορισμοί - Οριοθετήσεις***

Οι περιορισμοί και οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας ήταν οι εξής: Καμία από τις γυναίκες που έλαβαν μέρος στην παρούσα έρευνα δεν συμμετείχαν συστηματικά σε προπόνηση κάποιου αθλήματος όπως επίσης σε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης. Όσες ανέφεραν κάποιο μυϊκό τραυματισμό ή κατάγματα, αποκλείστηκαν από την παρούσα έρευνα. Τέλος, όλες οι συμμετέχουσες στην έρευνα, πριν την έναρξη της, πραγματοποίησαν 2 συνεδρίες προπόνησης με δονήσεις προκειμένου να εξοικειωθούν με το μηχάνημα το οποίο παρήγαγε το δονητικό ερέθισμα.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### *Η άμεση επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μέγιστη δύναμη*

Τα στοιχεία που αφορούν τη βελτίωση της δύναμης και της ισχύος μέσω της προπόνησης με δονήσεις, είτε αυτές εφαρμόζονται σε όλο το σώμα είτε σε συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες, δεν είναι καινούρια. Βασικά, οι πρώτες σχετικές έρευνες πραγματοποιήθηκαν από Ρώσους επιστήμονες οι οποίοι εφάρμοσαν τη συγκεκριμένη μέθοδο προπόνησης. Πιο συγκεκριμένα οι Nazarov και Spivak (1985) σε σχετική έρευνα που πραγματοποίησαν κάνουν λόγο για ένα “ρυθμικό νευρομυϊκό ερέθισμα” ή “βιομηχανικό μυϊκό ερέθισμα” το οποίο έχει σα στόχο να βελτιώσει τη δύναμη και την ευκαμψία. Επιπλέον, αναφέρεται ότι συνεχείς, έκκεντρες δονήσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από μικρή μετατόπιση έχουν ευεργετικές επιδράσεις καθώς επιτυγχάνεται καλύτερος συγχρονισμός των κινητικών μονάδων.

Οι Kunemeyer και Schmidtbleicher (1997) στην προσπάθεια τους να αξιολογήσουν την παραπάνω προσέγγιση εφάρμοσαν δονητικά ερεθίσματα στους εκτείνοντες μύες του γονάτου και μελέτησαν την επίδραση τους στο χρόνο επαφής και στο ύψος του άλματος κατά την εκτέλεση αλμάτων βάθους. Από τα αποτελέσματα προέκυψε μείωση του ύψους του άλματος, αύξηση του χρόνου επαφής καθώς και μείωση της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας. Όπως γίνεται σαφές, τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να ερμηνευτούν ως θετικά όσον αφορά τη δύναμη και την ισχύ.

Η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στην ανάπτυξη της δύναμης έχει εξεταστεί από πολλούς ερευνητές. Οι Hagbarth και Eklund (1966), ο Johnston (1970) και ο Arcandiel (1971), κάνουν λόγο για αύξηση της ισχύος ύστερα από την εφαρμογή δονητικού ερεθίσματος στους μύες ή τους τένοντες. Με τους παραπάνω ερευνητές είναι σύμφωνος και ο Armstrong (1987), ο οποίος παρατήρησε αύξηση της ισχύος των μυών του καρπού κατά 52% ύστερα από την εφαρμογή προπόνησης με δονήσεις. Επιπλέον, ο Matyas (1986) αναφέρει αύξηση της μέγιστης εκούσιας συστολής ύστερα από προπόνηση με δονήσεις συχνότητας 50Hz η οποία εφαρμόστηκε στους τένοντες ημιπληγικών ασθενών.

Αντίθετα, ο Samuelson και συνεργάτες (1989) κάνει λόγο για μείωση της αντοχής κατά τη διάρκεια μέγιστης ισομετρικής σύσπασης καθώς και για μείωση της μέγιστης ισχύος ύστερα από προπόνηση συχνότητας 20Hz. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε το γεγονός ότι το δονητικό ερέθισμα έχει μεγαλύτερη επίδραση όταν εφαρμόζεται σε μύες οι οποίοι έχουν διαταθεί. Στην έρευνα του Samuelson και των συνεργατών του οι δονήσεις εφαρμόστηκαν σε τέτοια γωνία της άρθρωσης κατά την οποία οι μύες δεν είχαν διαταθεί



και ίσως για το λόγο αυτό παρατηρήθηκε μείωση της μέγιστης ισομετρικής σύσπασης. Επιπλέον, η συχνότητα των 20Hz δεν ήταν επαρκής ώστε να προκαλέσει κάποιες θετικές προσαρμογές.

Η εκρηκτική δύναμη, ή η ικανότητα παραγωγής δύναμης μέσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό στοιχείο το οποίο είναι μέγιστης σημασίας σε όλα σχεδόν τα αθλήματα. Για τη βελτίωση της εκρηκτικής δύναμης τα περισσότερα προγράμματα περιλαμβάνουν ασκήσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλή ταχύτητα εκτέλεσης με εξωτερικά φορτία και ένταση που αντιστοιχεί στο 50%-70% της μιας μέγιστης επανάληψης (Vrijens, 1990). Οι άμεσες επιδράσεις από την εκτέλεση τέτοιων ασκήσεων μπορούν να εκτιμηθούν λαμβάνοντας υπ' όψη την ισχύ την οποία παράγει ο αθλητής κατά την εκτέλεση μιας κίνησης. Επιπλέον, διάφορες πρόσθετες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί προκειμένου να δοθεί έμφαση στην προπόνηση βελτίωσης της ισχύος: ηλεκτρικά ερεθίσματα, προδιάταση των μυών πριν τη συστολή καθώς και τεχνικές βιοανατροφοδότησης. Αυτές οι μέθοδοι έχουν σα στόχο να απλοποιήσουν τα οφέλη της κινητικής μάθησης και να αυξήσουν την μυϊκή ικανότητα (Torrey, 1985).

Σύμφωνα με αποτελέσματα σχετικής έρευνας, παρόμοια ευεργετικά αποτελέσματα μπορούν να προκληθούν χρησιμοποιώντας δονητικά ερεθίσματα (Issurin et al, 1994). Τα ερεθίσματα αυτά προκαλούν μέσω των τενόντων την διέγερση των μαλακών μορίων του μυός (Brown et al, 1967). Επίσης, σύμφωνα με τον Granit (1970) το ερέθισμα που παράγεται από τις δονήσεις ενεργοποιεί τις κεντρικές νευρικές διαδικασίες οι οποίες είναι υπεύθυνες για τον νευρικό-κινητικό έλεγχο.

Υπάρχουν στοιχεία από τα οποία προκύπτει ότι μια αύξηση της συχνότητας των δονήσεων, μπορεί να προκαλέσει μια ανάλογη αύξηση της μυϊκής τάσης (Matthews, 1966). Έτσι, όταν το δονητικό ερέθισμα είναι μεγάλης συχνότητας απορροφάται από τα μαλακά μόρια του μυός, ενώ η δόνηση χαμηλής συχνότητας μεταδίδεται μέσω των ιστών του σώματος (Pyykko et al, 1976). Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος εξαρτάται από τη συχνότητα που εφαρμόζεται, ενώ η χαμηλής συχνότητας δονήσεις μεταδίδονται μέσω της κινητικής αλυσίδας στις κεντρικές μυϊκές ομάδες τις οποίες και ενεργοποιεί. Σύμφωνα με τους Issurin και Temnov (1990) δονητικό ερέθισμα συχνότητας 40-50Hz ίσως είναι το βέλτιστο για το συνδυασμό δυο διαφορετικών στόχων : α) για τη μετάδοση των δονήσεων, και β) για τη μυϊκή ενεργοποίηση πριν και κατά τη διάρκεια της εκούσιας σύσπασης.

Σε σχετική έρευνα μελετήθηκε η οξεία επίδραση της προπόνησης με δονήσεις συγκρίνοντας αθλητές υψηλού επιπέδου και άτομα τα οποία ασχολούνταν με το μαζικό

αθλητισμό (Issurin et al, 1999). Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν 2 διαφορετικές προπονητικές συνεδρίες, με τυχαία σειρά. Κατά την πρώτη συνεδρία οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν ένα πρόγραμμα προπόνησης δύναμης, το οποίο περιελάμβανε 3 σετ των 3 επαναλήψεων με διάλειμμα 2-3 λεπτά ανάμεσα στα σετ με φορτίο το οποίο αντιστοιχούσε στο 65%-70% της μιας μέγιστης επανάληψης. Στη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν προπόνηση με δονήσεις συχνότητας 44Hz και μετατόπισης 1,5mm. Από τα αποτελέσματα προέκυψε σημαντική αύξηση της ισχύος έπειτα από το δεύτερο σετ του δονητικού ερεθίσματος (10%), ενώ μια μείωση που παρατηρήθηκε ύστερα από το τρίτο σετ οφείλεται στην κόπωση. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως η αύξηση αυτή ήταν μεγαλύτερη στους αθλητές υψηλού επιπέδου, κάτι το οποίο οφείλεται στην αυξημένη ευαισθητοποίηση των υποδοχέων του μυός καθώς και στην ανταπόκριση του κεντρικού νευρικού συστήματος στα διάφορα ερεθίσματα.

Επίσης, σε μια πρόσφατη έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Cardinale και Bosco (2003), εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις δυο διαφορετικών συχνοτήτων (20Hz και 40Hz) στην αλτική ικανότητα ατόμων που ασχολούνταν ερασιτεχνικά με τον αθλητισμό. Από τα αποτελέσματα προέκυψε αύξηση του άλματος βάθους και του άλματος με ταλάντευση κατά 3,9% και 2,3% αντίστοιχα, στη συχνότητα των 20Hz, ενώ παρατηρήθηκε μικρή μείωση των αντίστοιχων τιμών στη συχνότητα των 40Hz. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις εξαρτώνται κυρίως από τη συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος. Σε σχετικές έρευνες αναφέρεται ότι συχνότητες κάτω από 20 Hz προκαλούν μυϊκή χαλάρωση, ενώ συχνότητες πάνω από 50 Hz είναι πολύ πιθανό να προκαλέσουν κάματο ειδικά όταν η δόνηση εφαρμόζεται σε απροπόνητα άτομα (Rittweger et al, 2003). Όταν η ένταση των δονήσεων δεν είναι ικανή να προκαλέσει κάματο και έχει σχετικά μικρή διάρκεια, τότε παρατηρείται αύξηση τόσο της διεγερσιμότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος όσο και της ικανότητας παραγωγής ισχύος (Cardinale & Bosco, 2003).

Η βελτίωση της απόδοσης που παρατηρείται όταν η συχνότητα του δονητικού ερεθίσματος είναι χαμηλή μπορεί να οφείλεται σε πολλούς παράγοντες. Βασικά, είναι πολύ πιθανό μια χαμηλή συχνότητα δονήσεων να μην είναι ικανή να προκαλέσει μυϊκό κάματο και να ενεργοποιήσει σε μικρό βαθμό το τονικό δονητικό αντανεκλαστικό (TVR). Αντίθετα, υψηλής συχνότητας δονήσεις προκαλούν αυξημένη ενεργοποίηση του αντανεκλαστικού καθώς και αύξηση της νευρομυϊκής διέγερσης, σε τέτοιο βαθμό που οι

μύες δεν είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν λόγω της μυϊκής κόπωσης (Cardinale & Bosco, 2003).

### ***Η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στην ευκαμψία***

Οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις στην ευκαμψία, έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης λίγων επιστημόνων. Σε μια από τις πρώτες έρευνες που σχετίζονται με τα οφέλη της άσκησης με δονήσεις, ο Nazarov (1987) μελέτησε τις επιδράσεις του δονητικού ερεθίσματος και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όταν οι διατάσεις γίνονται σε συνδυασμό με δονήσεις αυξάνεται η ευκαμψία σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με απλές διατάσεις. Οι ασκήσεις που στοχεύουν στην αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, θα πρέπει να εκτελούνται μέχρι το κατώφλι του πόνου (Lycholat, 1990). Σύμφωνα με τον Lundeborg και τους συνεργάτες (1984), η προπόνηση με δονήσεις επηρεάζει τους αισθητήρες του πόνου, αυξάνοντας και το κατώφλι.

Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες (1994), μελετήθηκε η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος στην ευκαμψία νεαρών αθλητών. Από τα αποτελέσματα προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση της ευκαμψίας κατά 8,7%, ύστερα από ένα πρόγραμμα με δονήσεις, οι οποίες εφαρμόζονταν τοπικά στους μύες, διάρκειας 3 εβδομάδων. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε 3 βασικούς παράγοντες: α) στην αύξηση του κατωφλίου του πόνου, β) στην αύξηση της αιματικής ροής που έχει σαν αποτέλεσμα και την αύξηση της θερμοκρασίας των μυών, και γ) στην χαλάρωση που προκαλεί η εφαρμογή των δονήσεων στους συγκεκριμένους μύες. Η μείωση του πόνου κατά την εκτέλεση διατακτικών ασκήσεων, σύμφωνα με τον Issurin, αποτελεί το βασικότερο παράγοντα, ο οποίος συνεισφέρει στα θετικά αποτελέσματα έπειτα από την εκτέλεση προπόνησης με δονήσεις.

Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μύες ή τους τένοντες (Lundeborg et al, 1984). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών (Wakim, 1985; Wood, 1974). Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους, η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της

σύσπασης και οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Τη μυϊκή αυτή χαλάρωση έχει σα στόχο η προπόνηση με δονήσεις όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις.

Κατά την εκτέλεση ασκήσεων, οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση της ευκαμψίας, η ελαστικότητα που αποκτά ο μυς δεν επιδρά στο μήκος του ή στη στιγμιαία σύσπαση του σαν ανταπόκριση στη διάταση. Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Halbertsma et al, 1999; Magnusson et al, 2000; 1998), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Wiemann & Hahn, 1997).

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Ribot-Ciscar και συνεργατών (1989). Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, από τα αποτελέσματα προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών (Pope et al, 2000), ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα (Wiemann & Hahn, 1998). Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης, αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές (Kunnemeyer & Schmidtbleicher, 1997).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Για την παρούσα έρευνα το δείγμα αποτέλεσαν 46 άτομα (γυναίκες). Αποκλείστηκαν 2 γυναίκες λόγω προηγούμενου τραυματισμού. Από αυτές οι 24 ήταν φοιτήτριες του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, και οι 20 ήταν γυναίκες από την περιοχή της Κομοτηνής. Το δείγμα χωρίστηκε τυχαία σε τρεις ομάδες. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1 .

Πίνακας 3.1. Περιγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών του δείγματος.

	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	TOTAL
	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD
n	18	14	12	44
Ηλικία (έτη)	26,5 ± 1,85	29,78 ± 6,17	27, 66± 7,03	27,98 ± 8,50
Βάρος (κιλά)	62,78 ± 9,14	62,87 ± 7,83	65,56 ± 8,09	63,57 ± 8,36
Ύψος (cm)	166,11 ± 5,95	164,03 ± 4,16	166,08 ± 5,75	165,44 ± 5,35

Οι συμμετέχουσες δεν είχαν κάποιο τραυματισμό, δεν ασχολούνταν επαγγελματικά με κάποιο άθλημα, ενώ δεν συμμετείχαν συστηματικά σε κάποιο πρόγραμμα μυϊκής ενδυνάμωσης.

Όργανα μετρήσεων

Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα πιέσεων ποδιών (leg press) και το γωνιόμετρο Myrin (LIC Rehab, Sweden).

α). Οι πιέσεις ποδιών (leg press) είναι ένα μηχάνημα στο οποίο ο ασκούμενος κάθεται σε σταθερή θέση, σχεδόν ύπτια θέση, κάμπτοντας τις αρθρώσεις των γονάτων και των ισχίων στις 90° περίπου. Από τη θέση αυτή προσπαθεί να τεντώσει τα πόδια του υπερνικώντας την αντίσταση του μηχανήματος.

Το μηχάνημα leg press:





β). Το γωνιόμετρο Myrin (LIC Rehab, Sweden) είναι ένα διαφανές γωνιόμετρο που αποτελείται από το κυρίως στέλεχος (σταθερό) και από ένα επιμήκη βραχίονα (κινητό). Το σώμα του γωνιομέτρου μοιάζει με μοιρογνώνιο, είναι κύκλος, και βρίσκεται στο άκρο του σταθερού βραχίονα η μία όψη του είναι σημειωμένη σε μοίρες και έχουν δύο κλίμακες μέτρησης από 0 – 180°. Ως σκοπό έχει να καταγράψει το εύρος κίνησης της άρθρωσης και επειδή είναι διαφανές βοηθά στην ακριβέστερη ευθυγράμμισή του με τα οδηγία ανατομικά σημεία της μέτρησης (Milner et al. 1975, Beunen et al 1976, Ostyn et al. 1980).

### *Δέσμη αξιολογήσεων*

#### *α). Μέγιστη δύναμη*

Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα για πιέσεις ποδιών (leg press) με τρεις επαναλήψεις σε κάθε βάρος έως την μία επανάληψη στο μέγιστο βάρος. Οι μετρήσεις έγιναν στο ίδιο μηχάνημα, τις ίδιες ώρες της ημέρας, μετά από προθέρμανση.

#### *β). Ευκαμψία*

Για τον υπολογισμό και την αξιολόγηση της ευκαμψίας οι μετρήσεις περιλάμβαναν την κάμψη του ισχίου ενεργητικά και παθητικά, την έκταση του ισχίου ενεργητικά, την κάμψη και έκταση του γόνατος ενεργητικά και παθητικά και την αίσθηση θέσης του γόνατος. Εκτελέστηκαν 2 προσπάθειες από τις οποίες αξιολογήθηκε η καλύτερη.

#### Κάμψη – έκταση ισχίου

Πραγματοποιήθηκε γωνιομέτρηση τις ίδιες ώρες της ημέρας, σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς να προηγηθεί προθέρμανση. Η μέτρηση της κινητικότητας της κάμψης

του ισχίου έγινε από την ύπτια κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση μετά από παθητική διάταση από τον εξεταστή. Η ίδια εξέταση πραγματοποιήθηκε και ενεργητικά από τον εξεταζόμενο. Η σταθεροποίηση του εξεταζόμενου επιτυγχάνονταν με ειδικό ιμάντα που κρατούσε τον κορμό ακινητοποιημένο, έτσι ώστε να μην υπάρξει λόρδωση της σπονδυλικής στήλης, ενώ το σκέλος που δεν συμμετείχε στη μέτρηση κρατούνταν τεντωμένο και σταθερό από έναν βοηθό επάνω στο εξεταστικό κρεβάτι. Ο εξεταστής με το ένα χέρι στο γόνατο και το άλλο στην πτέρνα του εξεταζόμενου έκανε άρση του τεντωμένου σκέλους. Η μέτρηση της κινητικότητας της έκτασης του ισχίου έγινε από την πρόσθια κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση. Το γωνιόμετρο τοποθετήθηκε με το κέντρο στο ύψος του μείζονα τροχαντήρα, ο σταθερός παράλληλος στον επιμήκη άξονα του κορμού και ο κινητός παράλληλος στην πλάγια μέση γραμμή του μηριαίου (δοκιμασία Thomas)

#### Κάμψη – έκταση γονάτου

Η μέτρηση της κινητικότητας της κάμψης του γόνατος έγινε από την πρηνή κατάκλιση με την άρθρωση του γόνατος σε έκταση. Η ακραία θέση της άρθρωσης επιτυγχάνονταν από τον εξεταστή παθητικά ενώ ενεργητικά από τον ίδιο τον εξεταζόμενο. Η ποδοκνημική άρθρωση του εξεταζόμενου βρισκόταν σε πλήρη πελματιαία κάμψη έξω από το εξεταστικό κρεβάτι. Η σταθεροποίηση της λεκάνης επιτυγχάνονταν με ειδικό ιμάντα, έτσι ώστε οι άνω πρόσθιες λαγόνιες άκανθες να έχουν επαφή σε όλο το χρονικό διάστημα της μέτρησης με το υπόστρωμα. Το γωνιόμετρο τοποθετήθηκε με το κέντρο στο μέσο της έξω αρθρικής σχισμής του γόνατος, ο σταθερός κατά μήκος της πλάγιας μέσης γραμμής του μηριαίου, και ο κινητός πλάγια, παράλληλα με τον άξονα της περόνης (έξω σφυρό) . Ο εξεταστής πίεζε με το χέρι του την ποδοκνημική του εξεταζόμενου με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγονται η έσω και η έξω στροφή του ισχίου.

#### Αίσθηση θέσης

Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιούνταν η διαδικασία εύρεσης της αίσθησης θέσης. Ο εξεταζόμενος βρισκόταν σε πρηνή κατάκλιση με το γόνατο έξω από το εξεταστικό κρεβάτι. Ο εξεταστής οδηγούσε το πόδι του εξεταζόμενου από την πλήρη έκταση σε συγκεκριμένες μοίρες έπειτα οδηγούσε το πόδι ξανά στην πλήρη έκταση κ αμέσως μετά ο εξεταζόμενος έπρεπε να βρει ή να προσεγγίσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις μοίρες που είχε αρχικά τοποθετήσει το πόδι ο εξεταστής.

### *Περιγραφή προγραμμάτων εξάσκησης*

Το παρεμβατικό πρόγραμμα εξάσκησης πραγματοποιήθηκε στο σύστημα δόνησης Body Coach. Στο Body Coach η διάρκεια δόνησης είναι από 30 έως 60 δευτερόλεπτα και οι συχνότητες από 30 έως 50 Hz. Οι συχνότητες αυξάνουν ανά 5 Hz και μαζί αυξάνει η δυσκολία της άσκησης. Η μετατόπιση είναι από 2mm στη χαμηλή έως 4mm στην υψηλή ένταση ταλάντωσης. Οι διαστάσεις της πλατφόρμας δόνησης είναι 80x42 και το ύψος της πλατφόρμας από το έδαφος είναι 23 cm. Το μηχάνημα δόνησης είχε βάρος 110 Kgr, και διαστάσεις: ύψος 140 cm, πλάτος 80cm και μήκος 77 cm. Ο απορροφητικός τάπητας που ήταν τοποθετημένος στην πλατφόρμα δόνησης χρησίμευε για να αποφεύγεται η άμεση επαφή του δέρματος με την πλατφόρμα δόνησης κατά την εκτέλεση των ασκήσεων από τις ασκούμενες. Ο δεύτερος απορροφητικός τάπητας ο οποίος τοποθετήθηκε κάτω από το μηχάνημα είχε ως σκοπό την καλύτερη ισορροπία των αθλητών κατά την εκτέλεση της άσκησης καθώς επίσης και την απορρόφηση των κραδασμών από τις ασκήσεις που εκτελούνταν με την χρήση του μάντα. Οι μάντες ήταν απαραίτητοι για την διατήρηση της ισορροπίας αλλά και για την μεταφορά της δόνησης από το μηχάνημα στα κάτω άκρα των ασκούμενων και ήταν τοποθετημένοι ο ένας στην αριστερή πλευρά και ο άλλος στην δεξιά πλευρά του μηχανήματος.

Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιελάμβανε 10 λεπτά προθέρμανση, 5 λεπτά εργοποδήλατο ή διάδρομο και 5 λεπτά διατατικές ασκήσεις των κάτω άκρων. Στη συνέχεια οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποιούσαν 7 σετ, διάρκειας 30 έως 60 δευτερολέπτων, στο ειδικό μηχάνημα που παράγει το δονητικό ερέθισμα (Body Coach), ενώ το διάλειμμα ανάμεσα στα σετ ήταν 20 δευτερόλεπτα. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε στις 4 πρώτες συνεδρίες, άσκηση διάρκειας 30 sec με 20 sec διάλειμμα. Οι επόμενες 4 συνεδρίες είχαν διάρκεια 45 sec και 20 sec διάλειμμα, ενώ οι τελευταίες 4 συνεδρίες είχαν 1 min διάρκεια και 20 sec διάλειμμα. Πριν την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος δόνησης επισημάνθηκε σε όλες τις ασκούμενες η σπουδαιότητα και η ουσιαστική βοήθεια που μπορεί να τους προσφέρει το συγκεκριμένο πρόγραμμα δόνησης στη βελτίωση της ισορροπίας και της ευκαμψίας των κάτω άκρων. Επιπλέον, τονίσθηκε ότι απαραίτητο στοιχείο καθ' όλη την διάρκεια της εξάσκησης θα πρέπει να είναι η αυτοσυγκέντρωση των ασκούμενων γυναικών στα ζητούμενα της κάθε άσκησης και του δόθηκαν οι εξής γενικές οδηγίες:

- Η γωνία της άρθρωσης του γόνατος δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις 90 μοίρες και το βάρος του σώματος θα πρέπει να μοιράζεται και στα δύο πόδια.



- Το κεφάλι, ο θώρακας, ο λαιμός, η πλάτη και η κοιλία δε θα πρέπει να έρχονται ποτέ σε άμεση επαφή με την πλατφόρμα δόνησης.
- Οι λαβές του μηχανήματος χρησιμοποιούνται μόνο για τη διατήρηση της ισορροπίας του ασκούμενου και όχι για τη στήριξη. Η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης είναι καλό να αποφεύγεται σε περιπτώσεις έντονης εξάντλησης και κόπωσης.
- Το μαξιλαράκι από καουτσούκ που συνοδεύει κάθε μηχανήμα δόνησης χρησιμοποιήθηκε, για να αποφευχθεί η άμεση επαφή του δέρματος με την πλατφόρμα δόνησης. Μόνο σε περιπτώσεις που το ασκησιολόγιο πραγματοποιείται από την όρθια θέση μπορεί να μη χρησιμοποιηθεί, εφόσον ο ασκούμενος φοράει παπούτσια.

Η επιλογή των συχνοτήτων και της διάρκειας του δονητικού ερεθίσματος έγινε με βάση την διεθνή βιβλιογραφία και του ειδικού μηχανήματος που παρήγαγε τις μηχανικές δονήσεις.

Οι ασκήσεις ήταν οι εξής:

1. Εκτέλεση χαμηλού βαθύ καθίσματος (Squat). Η ασκούμενη στην πλατφόρμα είχε την πλάτη της ίσια, έξω στήθος, πίσω και κάτω τους ώμους. Η πλάτη και ράχη βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή, και το κεφάλι στην ίδια ευθεία με τον κορμό (πλάτη). Η ασκούμενη μπορούσε κατά την διάρκεια της άσκησης να διατηρεί την ισορροπία της στις λαβές, τα γόνατα ήταν ανοιχτά στο ύψος των ώμων, λύγιζαν πάνω από την ορθή γωνία ενώ δεν ξεπερνούσαν τις μύτες από τα πέλματα και οι γλουτοί βρίσκονταν σε σύσπαση. Η αναπνοή ήταν ρυθμική και συγκεντρωμένη στη συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα.
2. Εκτέλεση βαθύ καθίσματος (Squat) στο αριστερό πόδι. Η ασκούμενη παρέμεινε στην ίδια στάση σώματος με τους αγκώνες να έρχονται κάθετα στους ώμους, τους καρπούς να παραμένουν σταθεροί και τα χέρια να τραβάνε τον κορμό προς τα επάνω και τα πόδια να πιέζουν προς τα κάτω. Το κεφάλι παρέμεινε σταθερό και αποτελούσε προέκταση της σπονδυλικής στήλης.
3. Εκτέλεση βαθύ καθίσματος (Squat) στο δεξί πόδι. Η ασκούμενη παρέμεινε στην ίδια στάση σώματος με τους αγκώνες να έρχονται κάθετα στους ώμους, τους καρπούς να παραμένουν σταθεροί και τα χέρια να τραβάνε τον κορμό προς τα επάνω και τα πόδια να πιέζουν προς τα κάτω. Το κεφάλι παρέμεινε σταθερό και αποτελούσε προέκταση της σπονδυλικής στήλης.

4. Γλυντός – δικέφαλος μηριαίος μυς στο αριστερό πόδι. Η ασκούμενη βρισκόταν σε πρηνή θέση και κάτω από το μηχάνημα δόνησης. Η στήριξη γινόταν στους αγκώνες και στο ένα γόνατο, ενώ η πλάτη βρισκόταν σε ευθεία στην ίδια ακριβώς θέση με το κεφάλι. Το αριστερό πόδι που βρισκόταν στον αέρα πίεζε τον ιμάντα προς τα επάνω ο οποίος είχε τοποθετηθεί στο ύψος της ποδοκνημικής του ποδιού που βρισκόταν στον αέρα.
5. Γλυντός – δικέφαλος μηριαίος μυς στο δεξί πόδι. Η ασκούμενη βρισκόταν σε πρηνή θέση και κάτω από το μηχάνημα δόνησης. Η στήριξη γινόταν στους αγκώνες και στο ένα γόνατο, ενώ η πλάτη βρισκόταν σε ευθεία στην ίδια ακριβώς θέση με το κεφάλι. Το δεξί πόδι που βρισκόταν στον αέρα πίεζε τον ιμάντα προς τα επάνω ο οποίος είχε τοποθετηθεί στο ύψος της ποδοκνημικής του ποδιού που βρισκόταν στον αέρα.
6. Γλυντοί – δικέφαλος μηριαίος μυς από ύπτια θέση. Η ασκούμενη τοποθέτησε το σώμα της κοντά στην πλατφόρμα δόνησης με τα πόδια παράλληλα στο άνοιγμα των ώμων και τοποθετημένα επάνω στην πλατφόρμα δόνησης. Οι ώμοι, το κεφάλι και η πλάτη εφάπτονταν στο στρώμα, ενώ τα χέρια βρίσκονταν δίπλα στον κορμό. Η πλάτη με τη μέση βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή, ο κορμός σε σύσπαση, η πίεση εφαρμοζόταν στους γλουτιαίους μύες και τέλος στις φτέρνες που βρίσκονταν διαρκώς σε σύσπαση.
7. Εκτέλεση χαμηλού βαθύ καθίσματος (Squat) με χρήση μπάλας. Η ασκούμενη που ανέβηκε στην πλατφόρμα είχε την πλάτη της ίσια, έξω στήθος, πίσω και κάτω τους ώμους. Ανάμεσα στους προσαγωγούς είχε τοποθετηθεί μια μπάλα που είχε ως στόχο την δημιουργία προσύσπασης των προσαγωγών και των τετρακέφαλων. Η πλάτη και ράχη βρίσκονταν σε ευθεία γραμμή, και το κεφάλι στην ίδια ευθεία με τον κορμό (πλάτη). Η ασκούμενη μπορούσε κατά την διάρκεια της άσκησης να διατηρεί την ισορροπία της στις λαβές, τα γόνατα ήταν ανοιχτά στο ύψος των ώμων, να λυγίζουν πάνω από την ορθή γωνία ενώ τα γόνατα δεν ξεπερνούσαν τις μύτες από τα πόδια και οι γλουτοί βρίσκονταν σε σύσπαση. Η αναπνοή ήταν ρυθμική και συγκεντρωμένη στη συγκεκριμένη μυϊκή ομάδα.

### *Σχεδιασμός της έρευνας*

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές της παρούσας έρευνας είναι οι εξής:

1. η «ομάδα», η οποία περιλαμβάνει 3 βαθμίδες: ομάδα ελέγχου, ομάδα τριών προπονήσεων την εβδομάδα, και ομάδα δύο προπονήσεων την εβδομάδα
2. η «χρονική στιγμή μέτρησης», η οποία θα περιλαμβάνει 3 βαθμίδες: αρχική, τελική και διατήρησης.

Οι εξαρτημένες μεταβλητές που θα εξεταστούν στην παρούσα έρευνα είναι οι εξής:

1. μέγιστη δύναμη
2. ευκαμψία

Ο σχεδιασμός της έρευνας περιελάμβανε 3 μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ως εξής :

#### *Α' φάση της έρευνας - Αρχικές αξιολογήσεις*

Πριν την έναρξη μιας προπονητικής μονάδας πραγματοποιήθηκε και από τις 3 ομάδες στην αρχή του προγράμματος δόνησης όλη η δέσμη των αξιολογήσεων (μέγιστης δύναμης, ευκαμψίας). Στόχος των αξιολογήσεων ήταν η ανίχνευση ή η εύρεση πιθανών μυϊκών ανισορροπιών μεταξύ αγωνιστών και ανταγωνιστών μυϊκών ομάδων (εκτεινόντων και καμπτήρων του γόνατος), που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις επιδόσεις. Οι αξιολογήσεις πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την καταγραφή των αρχικών τιμών, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρο σύγκρισης των πιθανών βελτιώσεων που θα επιφέρει η εφαρμογή των παρεμβατικών προγραμμάτων άσκησης.

#### *Β' φάση της έρευνας - Πειραματική φάση*

Στην φάση αυτή συμμετείχαν οι εθελόντριες γυναίκες που επιλέχθηκαν στο πρόγραμμα άσκησης και οι οποίες χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις διαφορετικές ομάδες (1<sup>η</sup>, n=18, 2<sup>η</sup>, n=14, και 3<sup>η</sup>, n=12). Οι δύο ομάδες (1<sup>η</sup>, n=18, 2<sup>η</sup>, n=14,) πραγματοποίησαν το ίδιο πρόγραμμα εξάσκησης με στόχο τη βελτίωση της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας των κάτω άκρων. Η τρίτη ομάδα (3<sup>η</sup>, n=12) δεν πραγματοποίησε κανένα πρωτόκολλο άσκησης. Η διαφοροποίηση των δυο ομάδων άσκησης ήταν ο "χρόνος" εφαρμογής του προγράμματος άσκησης όπου για την 1<sup>η</sup> ομάδα ήταν κάθε δεύτερη ημέρα, ενώ για την 2<sup>η</sup> ομάδα ήταν κάθε τρίτη ημέρα. Η διάρκεια του προγράμματος εξάσκησης ήταν 12 λεπτά και για τις δυο ομάδες. Η κάθε ομάδα εκτέλεσε 12 συνεδρίες (session). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε στις 4 πρώτες συνεδρίες, άσκηση διάρκειας 30 sec με 20 sec διάλειμμα, οι επόμενες 4 συνεδρίες είχαν διάρκεια 45 sec και 20 sec διάλειμμα, ενώ οι τελευταίες 4 συνεδρίες είχαν 1 min διάρκεια και 20 sec διάλειμμα.

#### *Γ' φάση της έρευνας - Τελικές αξιολογήσεις*

Στη φάση αυτή έγιναν οι τελικές μετρήσεις αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας έπειτα από την ολοκλήρωση και της τελευταίας συνεδρίας των ασκούμενων. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η διαφοροποίηση της απόδοσης μεταξύ των

δύο πειραματικών ομάδων εξαιτίας της διαφορετικής χρονικής στιγμής εκτέλεσής του παρεμβατικού προγράμματος. Επίσης η καταγραφή των βελτιώσεων στην ικανότητα της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας στις δυο πειραματικές ομάδες καθώς και η πιθανές διαφορές με την ομάδα ελέγχου, διαφορές που θα οφειλόταν στην επίδραση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης.

#### *Δ' φάση της έρευνας – Αξιολογήσεις Διατήρησης αποτελέσματος*

Στόχος ήταν η αξιολόγηση της διατήρησης των αποτελεσμάτων έπειτα από δυο εβδομάδες από την λήξη του προγράμματος άσκησης. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν στην ίδια δέσμη των τεστ μέγιστης δύναμης και ευκαμψίας και οι τρεις ομάδες. Στόχος ήταν να αξιολογηθεί η διατήρηση των βελτιώσεων στην μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία που επιτεύχθηκαν από την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης.

#### **Στατιστική ανάλυση**

Η ανάλυση των δεδομένων, πραγματοποιήθηκε με την χρήση του Στατιστικού Προγράμματος SPSS® for Windows (Version 10.0, SPSS, Inc., Chicago, IL). Ελέγχθηκε η κανονικότητα κατανομής και η ισότητα των διακυμάνσεων για όλες τις μεταβλητές της έρευνας. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (διασποράς) με έναν παράγοντα (Oneway Anova) με επίπεδο σημαντικότητας το  $\alpha=0.05$ , για να διαπιστωθούν οι διαφορές στις αρχικές αξιολογήσεις της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι δεν υπήρχαν διαφορές στις επιδόσεις των ομάδων (δύο πειραματικών και μιας ελέγχου). Η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (Anova Repeated Measures), πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αρχικών, τελικών και μετρήσεων διατήρησης μεταξύ των πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου, σε όλες τις δοκιμασίες της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας που πραγματοποιήθηκαν. Συγκεκριμένα επιλέχθηκε η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων επειδή διαπιστώνει τα εξής: Σε μια ή περισσότερες ομάδες που έχουν περισσότερες από μια μετρήσεις:

- 1) Στο σύνολο του δείγματος, πιθανές διαφορές μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης (τεστ οριζοντιότητας)
- 2) Σε διαφορετικές ομάδες (πειραματικές- ελέγχου), πιθανές διαφοροποιήσεις από μέτρηση σε μέτρηση (τεστ παραλληλισμού)

3) Μεταξύ διαφορετικών ομάδων, πιθανές διαφορές στο μέσο όρο των μετρήσεων (τεστ επιπέδων ή μεταξύ των ομάδων).

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση της διακριτότητας, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν κάποιες από τις μεταβλητές βοηθούν στον διαχωρισμό του δείγματος σε δύο πειραματικές ομάδες.

#### IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### *Αρχικές αξιολογήσεις*

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης (διασποράς) με έναν παράγοντα (Ανοva), για να εξεταστεί η υπόθεση ότι οι μέσοι όροι όλων των αξιολογούμενων μεταβλητών στην πρώτη μέτρηση (πριν την εξάσκηση) δεν διαφέρουν μεταξύ των τριών ομάδων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης:

α) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά τη μέγιστη δύναμη πριν την εξάσκηση. Αναλυτικότερα, για τη μέγιστη δύναμη βρέθηκε  $F(2,41) = 0.393$  με  $p > .05$

β) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την κάμψη ισχίου ενεργητικά πριν την εξάσκηση.  $F(2,43) = 2.207$  με  $p > .05$

γ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την κάμψη ισχίου παθητικά πριν την εξάσκηση  $F(2,43) = 1.130$  με  $p > .05$

δ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την έκταση ισχίου πριν την εξάσκηση  $F(2,43) = 0.575$  με  $p > .05$

ε) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την κάμψη γονάτου ενεργητικά πριν την εξάσκηση  $F(2,43) = 0.913$  με  $p > .05$

στ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την κάμψη γονάτου παθητικά πριν την εξάσκηση  $F(2,43) = 0.65$  με  $p > .05$

ζ) Δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα «ομάδα», δηλαδή δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων όσον αφορά την αίσθηση θέσης του γονάτου πριν την εξάσκηση.  $F(2,43) = 0.407$  με  $p > .05$

**Πίνακας 4.1:** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις, πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες



Αξιολόγηση	Ομάδα «1» M ± SD	Ομάδα «2» M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Τιμή F
Μέγιστη δύναμη	99.44 ± 22.35	95.36 ± 25.30	92.50 ± 13.89	F(2,41)= 0.393
Κάμψη ισχίου ενεργητικά	88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	F(2,43)= 2.207
Κάμψη ισχίου παθητικά	98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	F(2,43)= 1.130
Έκταση ισχίου	13.56 ± 3.63	14.29 ± 4,45	12.67 ± 3,40	F(2,43)= 0.575
Κάμψη γονάτου ενεργητικά	118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	F(2,43)= 0.913
Κάμψη γονάτου παθητικά	132,67 ± 7,68	133.21 ± 6.71	132.17 ± 7.75	F(2,43)= 0.65
Αίσθηση θέσης	0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	F(2,43)= 0.407

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

Πριν την εφαρμογή των παραπάνω αναλύσεων έγινε έλεγχος της ομοιογένειας των διακυμάνσεων, της ανεξαρτησίας των μετρήσεων και της κανονικότητας των τιμών για όλες τις ομάδες. Η κανονικότητα κατανομής των δεδομένων και η ισότητα των διακυμάνσεων, ελέγχθηκε για να διαπιστωθούν τυχόν διαφορές που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το δείγμα, όσον αφορά στις φυσιολογικές παραμέτρους, παρουσίασε κανονική κατανομή και οι διακυμάνσεις ήταν ίσες. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων ορίστηκε επίπεδο σημαντικότητας  $p=.05$ . Συγκεκριμένα, όλες οι μεταβλητές ελέγχθηκαν χωριστά σε κάθε ομάδα βάσει του Kolmogorov-Smirnov τεστ και παρουσίασαν κανονικότητα κατανομής με τιμές μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας ( $p> .05$ ). Αυτό διαπιστώθηκε για όλες τις μεταβλητές των τριών ομάδων (ομάδα 1<sup>η</sup> τριών προπονήσεων την εβδομάδα, ομάδα 2<sup>η</sup> δυο προπονήσεων την εβδομάδα και ομάδα 3<sup>η</sup> ομάδα ελέγχου ).

Τελικές αξιολογήσεις

Αξιολογήσεις μέγιστης δύναμης

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τη «μέγιστη δύναμη», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του

προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης) (Πίνακας 4.2)

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(2,41) = 15,763, p < .001$ . Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην μέγιστη δύναμη (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(1,41) = 75,726, p < .001$ , κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη δύναμη διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 1,365, p > .05$ , συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη δύναμη.

**Πίνακας 4.2:** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης δύναμης, μετά την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες

Μέγιστη δύναμη						
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση			
Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	Ομάδα “1”	Ομάδα “2”	Ομάδα Ελέγχου	
M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	M ± SD	
Μέγιστη δύναμη	99.44 ± 22.35	95.36 ± 25.30	92.50 ± 13.89	111,11 ± 19,81	108,93 ± 24,43	92,92 ± 15,58
F	15,763***					

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

*Αξιολογήσεις ευκαμψίας*

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x2) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τα τεστ της «ευκαμψίας», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις δύο αξιολογήσεις που έγιναν στις δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές



(«Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, και «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης) (Πίνακας 4.3).

**Πίνακας 4.3:** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις της ευκαμψίας, μετά την έναρξη του προγράμματος άσκησης για τις τρεις ομάδες

Αξιολόγηση της ευκαμψίας	Ομάδα «1» M ± SD	Ομάδα «2» M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Τιμή F
Κάμψη ισχίου ενεργητικά	98.61 ± 16.18	95.21 ± 9.89	82.08 ± 10.54	F(2,41) = 4.989*
Κάμψη ισχίου παθητικά	115,78 ± 11.69	109.86 ± 12.37	94.17 ± 6.33	F(2,41) = 43.88***
Έκταση ισχίου	23.72 ± 10,04	18.79 ± 4.56	13.08 ± 3,50	F(2,41) = 12.48***
Κάμψη γονάτου ενεργητικά	132.89 ± 6,44	127.29 ± 4.93	118.75 ± 2.92	F(2,41) = 31.123***
Κάμψη γονάτου παθητικά	143.50 ± 6.78	144.86 ± 4.81	134.33 ± 8.17	F(2,41) = 24.22***
Αίσθηση θέσης	2,78 ± 7,44	1,86 ± 3,59	4,25 ± 8,34	F(2,41) = 0,304

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε:

α) για την κάμψη ισχίου ενεργητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», F(2,41) = 4.989 με p<.05 . Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», F(1,41) = 41.132 με p<.001. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», F(2,41) = 4.409 με p<.05.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” p<.05. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με p>.05.

**Πίνακας 4.4.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης ισχίου ενεργητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Κάμψη ισχίου ενεργητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα	Ομάδα

“1” M ± SD	“2” M ± SD	Ελέγχου M ± SD	“1” M ± SD	“2” M ± SD	Ελέγχου M ± SD
88.44 ± 10.83	86.86 ± 12.11	80.00 ± 10.22	98.61 ± 16.18	95.21 ± 9.89	82.08 ± 10.54
F		4.989*			

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

β) για την κάμψη ισχίου παθητικά, ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση», F(2,41) = 43.88 με p<.001. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», F(1,41) = 183.90 με p< .001. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», F(2,41) = 7.12 με p<.01.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου” p<.01. Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων, και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με p>.05.

**Πίνακας 4.5.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης ισχίου παθητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Κάμψη ισχίου παθητικά					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD
98.06 ± 8.60	94.64 ± 8.87	94.17 ± 5.15	115,78 ± 11.69	109.86 ± 12.37	94.17 ± 6.33
F		43.88***			

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

γ) για την έκταση ισχίου ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», F(2,41) = 12.48 με p<.001 Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση», F(1,41) = 37.813 με p< .001. Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα», F(2,41) = 4.60 με p<.05.

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου”  $p<.01$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων, και μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με  $p>.05$ .

**Πίνακας 4.6.** Μέσοι όροι  $\pm$  τυπικές αποκλίσεις ( $M\pm SD$ ), και τιμή F της έκτασης ισχίου στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Έκταση ισχίου					
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση		
Ομάδα “1” $M \pm SD$	Ομάδα “2” $M \pm SD$	Ομάδα Ελέγχου $M \pm SD$	Ομάδα “1” $M \pm SD$	Ομάδα “2” $M \pm SD$	Ομάδα Ελέγχου $M \pm SD$
13.56 $\pm$ 3.63	14.29 $\pm$ 4,45	12.67 $\pm$ 3,40	23.72 $\pm$ 10,04	18.79 $\pm$ 4.56	13.08 $\pm$ 3,50
F			12.48***		

\*  $p<.05$     \*\*  $p<.01$     \*\*\* $p<.001$

δ) για την κάμψη γονάτου ενεργητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(2,41) = 31.123$ ,  $p<.001$ . Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(1,41) = 177.48$ ,  $p< .001$ . Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 15.12$ ,  $p<.001$ , συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων).

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της ομάδας “2 προπονήσεων”  $p<.01$  κα μεταξύ της ομάδας 3 προπονήσεων και της ομάδας ελέγχου με  $p<.001$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας 2 προπονήσεων με  $p>.05$ .

**Πίνακας 4.7.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης γονάτου ενεργητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Κάμψη γόνατος ενεργητικά						
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση			
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	
118.33 ± 4.50	118.00 ± 3.90	116.67 ± 2.46	132.89 ± 6,44	127.29 ± 4.93	118.75 ± 2.92	
F			31.123***			

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

ε) για την κάμψη γονάτου παθητικά ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(2,41) = 24.22$ ,  $p<.001$ . Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(1,41) = 195.55$ ,  $p<.001$ . Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 2.70$ ,  $p>.05$

**Πίνακας 4.8.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης γονάτου παθητικά στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Κάμψη γόνατος παθητικά						
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση			
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	
132,67 ± 7,68	133.21 ± 6.71	132.17 ± 7.75	143.50 ± 6.78	144.86 ± 4.81	134.33 ± 8.17	
F			24.22***			

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

στ) για την αίσθηση θέσης του γονάτου ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(2,41) = 0,304$ ,  $p>.05$ . Επίσης, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(1,41) = 0,768$ ,  $p>.05$ . Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 0,520$ ,  $p>.05$

**Πίνακας 4.9.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της αίσθησης θέσης γονάτου στη πρώτη και δεύτερη μέτρηση

Αίσθηση θέσης						
Αρχική αξιολόγηση			Τελική αξιολόγηση			
Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	Ομάδα “1” M ± SD	Ομάδα “2” M ± SD	Ομάδα Ελέγχου M ± SD	
0,67 ± 5,87	2,14 ± 6,45	2,42 ± 4,96	2,78 ± 7,44	1,86 ± 3,59	4,25 ± 8,34	
F			. 0,304			

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

**Αξιολογήσεις Διατήρησης αποτελέσματος**

**Αξιολογήσεις μέγιστης δύναμης**

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x3) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τη «μέγιστη δύναμη», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις τρεις αξιολογήσεις που έγιναν στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και « Διατήρησης» 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 12,86, p<.001$ . Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην μέγιστη δύναμη (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) = 68,05, p<.001$ , κάτι που σημαίνει ότι η μέγιστη δύναμη διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 2,405, p>.05$ ,

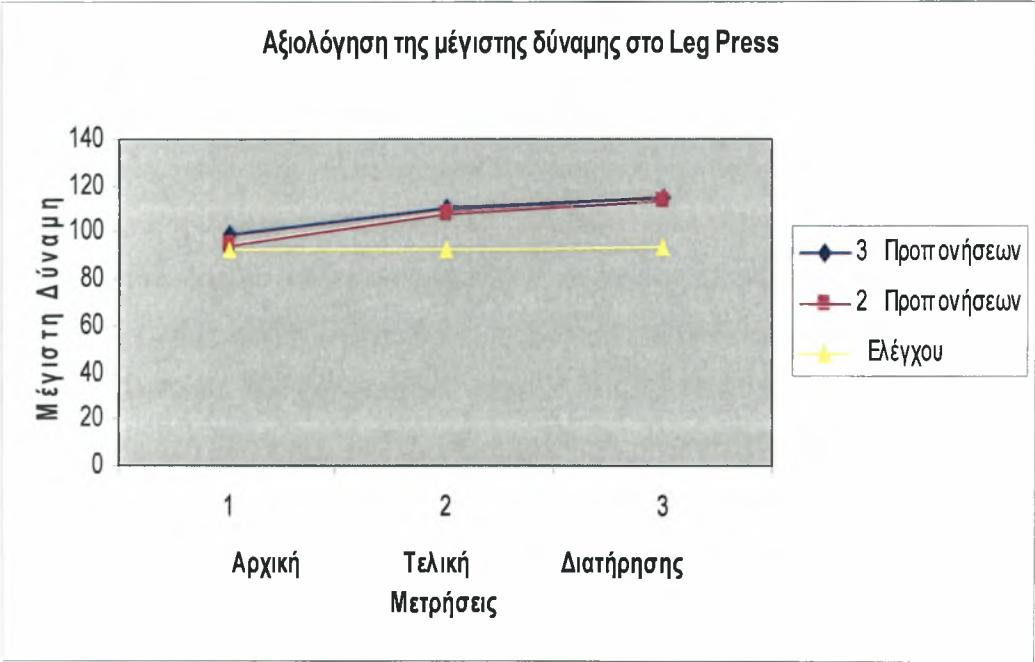
συμπεραίνοντας ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) ως προς τη μέγιστη δύναμη (Πίνακας 4.4).

**Πίνακας 4.10.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F μέγιστης δύναμης στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD
3 Προπονήσεων	99,44 ± 22,353	111,11 ± 19,819	115,28 ± 17,018
2 Προπονήσεων	95,36 ± 25,303	108,93 ± 24,430	113,57 ± 22,051
Ελέγχου	92,50 ± 13,899	92,92 ± 15,588	93,75 ± 14,322
F	F(2,41)= 0.393	F(2,41)=15,763***	F(4,82) = 12,86

\* p<.05    \*\* p<.01    \*\*\*p<.001

**Σχήμα 4.1.** Γραφική παράσταση μέσων όρων της μέγιστης δύναμης



*Αξιολόγηση της ευκαμψίας*



Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (repeated measures ANOVA, 3x3) ως προς δύο παράγοντες, εκ των οποίων μόνο ο ένας ήταν επαναλαμβανόμενος, με εξαρτημένη μεταβλητή τη «ευκαμψία», ανεξάρτητη μεταβλητή την «ομάδα» («ομάδα 3 προπονήσεων», «ομάδα 2 προπονήσεων», «ομάδα ελέγχου») και επαναλαμβανόμενο παράγοντα τον παράγοντα «μέτρηση», που αντιστοιχούσε στις τρεις αξιολογήσεις που έγιναν στις τρεις διαφορετικές χρονικές στιγμές («Αρχική μέτρηση», πριν την έναρξη του προγράμματος άσκησης, «Τελική μέτρηση», μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης και «Διατήρησης» 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος άσκησης).

Η συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να ελεγχθεί:

- α. αν στο σύνολο του δείγματος υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων όσον αφορά στην ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»),
- β. αν στο σύνολο των μετρήσεων υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων όσον αφορά στην ευκαμψία (κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα») και
- γ. αν οι τρεις ομάδες παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική εξέλιξη ως προς την ευκαμψία από μέτρηση σε μέτρηση (αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση») (1<sup>η</sup> μηδενική υπόθεση).

#### α) Μέτρηση κάμψης ισχίου ενεργητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 4.22$ ,  $p < .01$ . Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) = 27.85$ ,  $p < .001$ , κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 5.76$ ,  $p < .01$ , συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων (τεστ των επιπέδων) (Πίνακας 4.5).

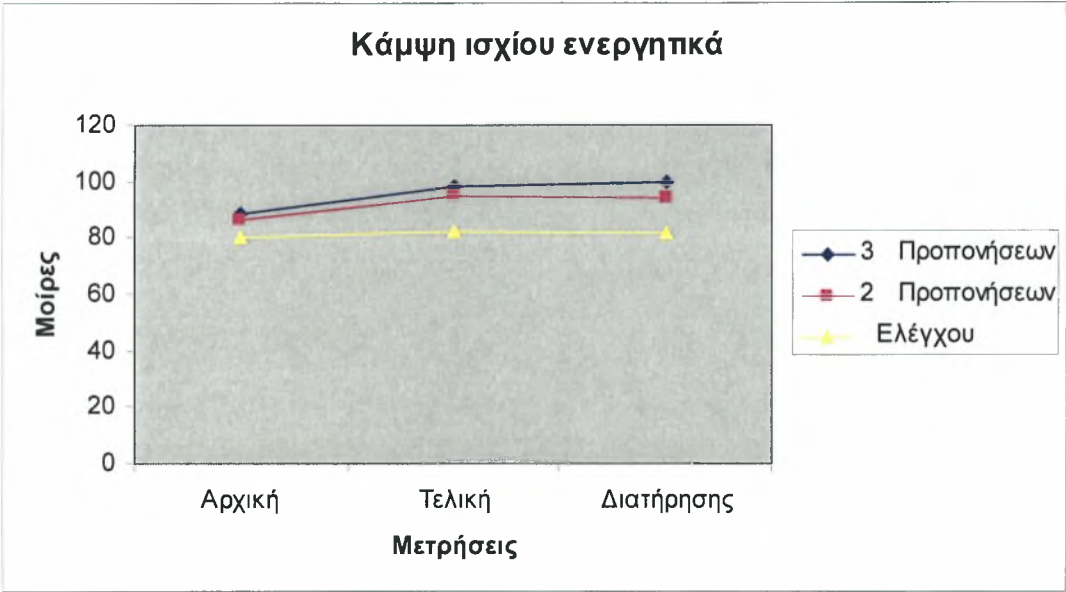
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου”  $p < .01$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων  $p > .05$ .

**Πίνακας 4.11.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης ισχίου ενεργητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD
3 Προπονήσεων	88.44 ± 10.83	98.61 ± 16.18	99,89 ± 14,79
2 Προπονήσεων	86.86 ± 12.11	95.21 ± 9.89	94,29 ± 9,78
Ελέγχου	80.00 ± 10.22	82.08 ± 10.54	81,67 ± 11,55
F	2.207	4.989*	4.22**

\*p<.05 \*\* p<.01 \*\*\*p<.001

**Σχήμα 4.2.** Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης ισχίου ενεργητικά



*β) Μέτρηση κάμψης ισχίου παθητικά*

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 21.30, p<.001$ . Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην κάμψη του ισχίου (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση,  $F(2,82) = 100.82, p<.001$ , κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ



της οριζοντιότητας). Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 9.314, p < .001$  (Πίνακας 4.6).

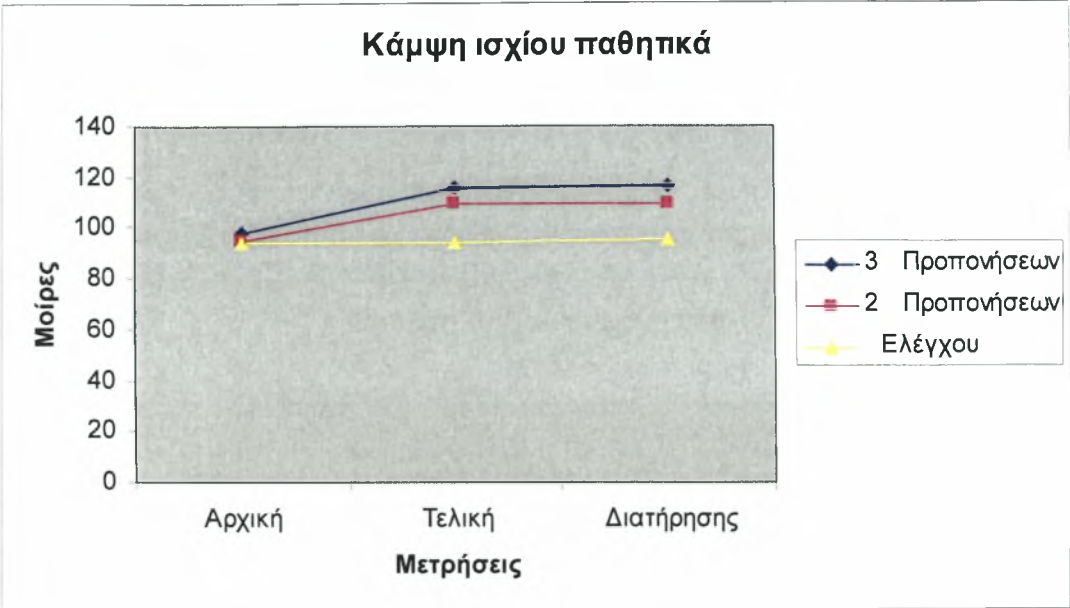
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου”  $p<.001$  και μεταξύ των πειραματικών ομάδων με  $p<.05$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με  $p>.05$ .

**Πίνακας 4.12.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης ισχίου παθητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD
3 Προπονήσεων	98.06 ± 8.60	115,78 ± 11.69	116,78 ± 13,65
2 Προπονήσεων	94.64 ± 8.87	109.86 ± 12.37	109,36 ± 12,80
Ελέγχου	94.17 ± 5.15	94.17 ± 6.33	95,83 ± 5,15
F	1.130	43.88***	21.30***

\* $p<.05$  \*\*  $p<.01$  \*\*\* $p<.001$

**Σχήμα 4.3.**Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης ισχίου παθητικά



γ) Μέτρηση έκτασης ισχίου

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 7.24, p<.001$ . Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) = 22.215, p<.001$ . Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 5.238, p<.01$  (Πίνακας 4.7)

Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου” με  $p<.01$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πειραματικών ομάδων ούτε μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας 2 προπονήσεων με  $p>.05$ .

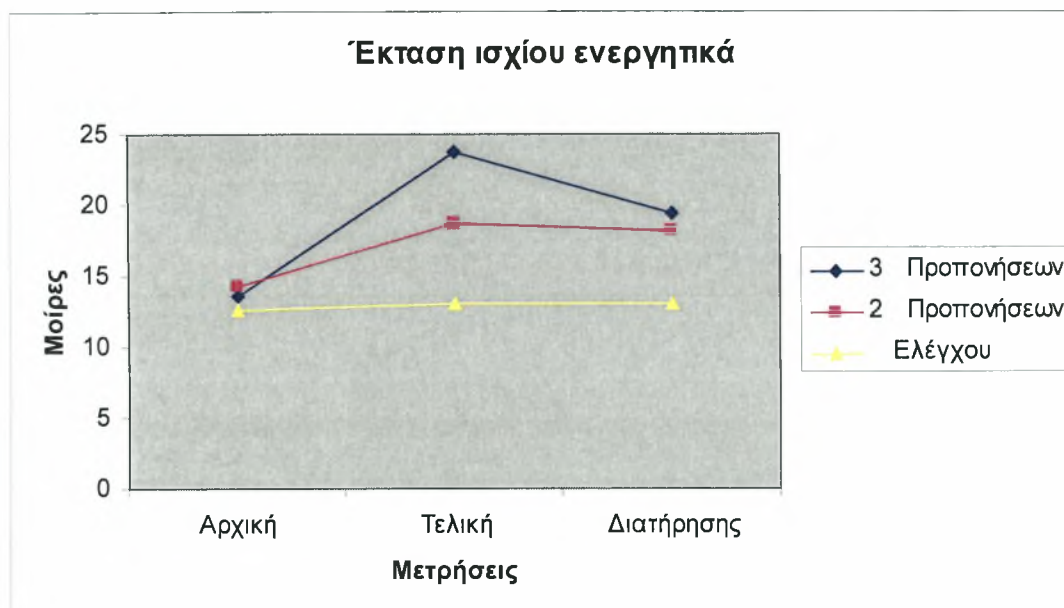
Πίνακας 4.13. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της έκτασης ισχίου στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD
3 Προπονήσεων	13.56 ± 3.63	23.72 ± 10,04	19,39 ± 7,28
2 Προπονήσεων	14.29 ± 4,45	18.79 ± 4.56	18,21 ± 4,84

Ελέγχου	12.67 ± 3,40	13.08 ± 3,50	13,08 ± 3,50
F	0.575	12.48***	7.24***

\* p<.05 \*\* p<.01 \*\*\*p<.001

Σχήμα 4.4.Γραφική παράσταση των μέσων όρων της έκτασης ισχίου



#### δ) Μέτρηση κάμψης γόνατος ενεργητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 14.132$ ,  $p<.001$ . Διαπιστώθηκε όμως στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) = 94.45$ ,  $p<.001$ , κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 13.93$ ,  $p<.001$ , συμπεραίνοντας ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών πειραματικών ομάδων (τεστ των επιπέδων) (Πίνακας 4.8).

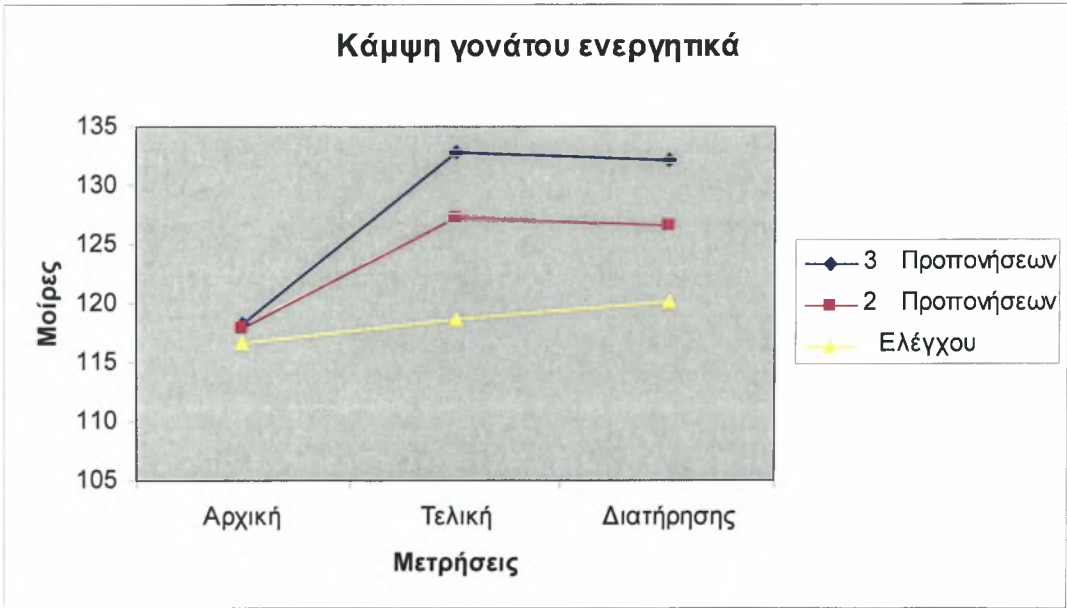
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ομάδας ελέγχου”  $p<.001$  και μεταξύ των 2 πειραματικών ομάδων με  $p<.05$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των “2 προπονήσεων” με  $p>.05$ .

Πίνακας 4.14. Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις (M±SD), και τιμή F της κάμψης γόνατος ενεργητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M±SD
3 Προπονήσεων	118.33 ± 4.50	132.89 ± 6,44	132,17 ± 9,27
2 Προπονήσεων	118.00 ± 3.90	127.29 ± 4.93	126,71 ± 5,47
Ελέγχου	116.67 ± 2.46	118.75 ± 2.92	120,25 ± 4,35
F	0.913	31.123***	14.132***

\* p<.05 \*\* p<.01 \*\*\*p<.001

Σχήμα 4.5.Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης γόνατος ενεργητικά



ε) Μέτρηση κάμψης γόνατος παθητικά

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 17.18, p < .001$ . Δηλαδή οι τρεις ομάδες δεν παρουσίασαν το ίδιο πρότυπο εξέλιξης από μέτρηση σε μέτρηση όσον αφορά στην κάμψη του γονάτου (τεστ παραλληλισμού). Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) =$

131.56,  $p < .001$ , κάτι που σημαίνει ότι η συνολική απόκλιση από το οριζόντιο επίπεδο των τριών ομάδων διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών μετρήσεων (τεστ της οριζοντιότητας). Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 4.907$ ,  $p < .05$  (Πίνακας 4.9).

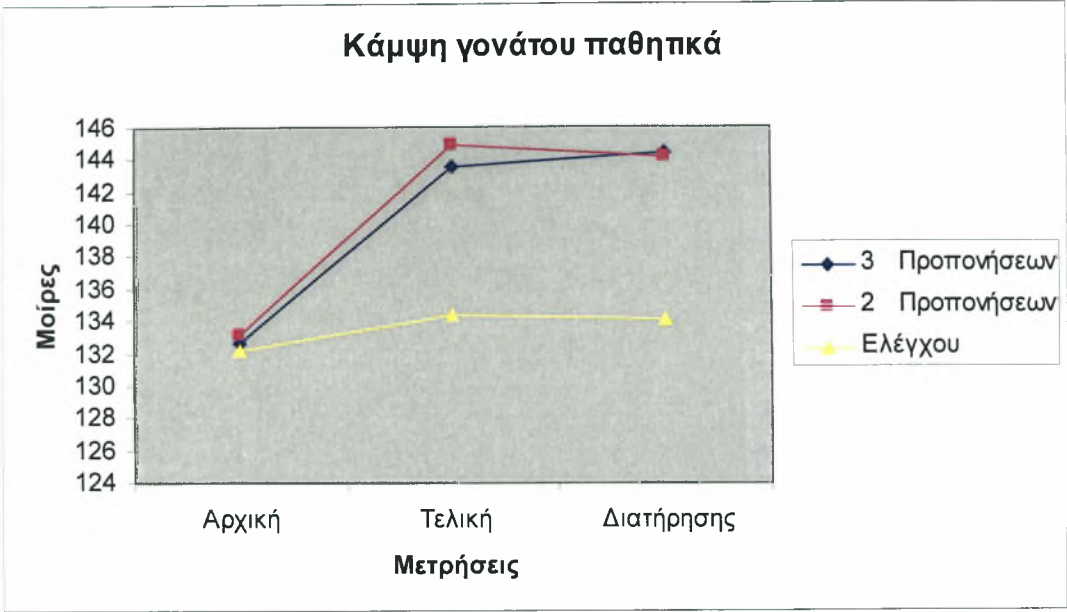
Το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων scheffe έγινε για να διερευνηθεί μεταξύ ποιών ομάδων οι διαφορές που αναφέρθηκαν πιο πάνω είναι στατιστικά σημαντικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σημειώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “3 προπονήσεων” και της “ ομάδας ελέγχου”  $p < .05$  και μεταξύ των 2 πειραματικών ομάδων με  $p < .05$ . Ωστόσο δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας “ελέγχου” και της ομάδας των 2 προπονήσεων με  $p > .05$ .

**Πίνακας 4.15.** Μέσοι όροι  $\pm$  τυπικές αποκλίσεις ( $M \pm SD$ ), και τιμή F της κάμψης γόνατος παθητικά στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση M $\pm$ SD	2 <sup>η</sup> μέτρηση M $\pm$ SD	3 <sup>η</sup> μέτρηση M $\pm$ SD
3 Προπονήσεων	132,67 $\pm$ 7,68	143.50 $\pm$ 6.78	144,39 $\pm$ 7,40
2 Προπονήσεων	133.21 $\pm$ 6.71	144.86 $\pm$ 4.81	144,14 $\pm$ 4,504
Ελέγχου	132.17 $\pm$ 7.75	134.33 $\pm$ 8.17	134,17 $\pm$ 6,92
F	0.65	24.22***	17.18***

\*  $p < .05$  \*\*  $p < .01$  \*\*\* $p < .001$

**Σχήμα 4.6.**Γραφική παράσταση των μέσων όρων της κάμψης γόνατος παθητικά



στ) Μέτρηση αίσθησης θέσης γονάτου.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «ομάδα» και «μέτρηση»,  $F(4,82) = 0,196, p>.05$ . Επίσης, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «μέτρηση»,  $F(2,82) = 1,341, p>.05$ . Τέλος, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «ομάδα»,  $F(2,41) = 0,921, p>.05$  (Πίνακας 4.10).

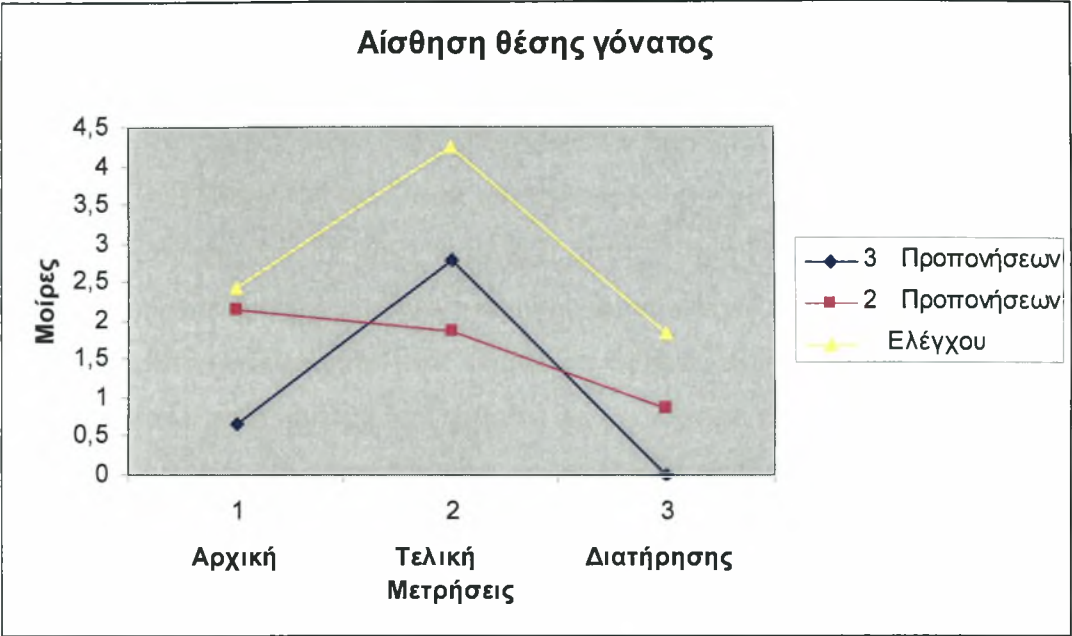
**Πίνακας 4.16.** Μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις ( $M\pm SD$ ), και τιμή F της αίσθησης θέσης του γόνατος στις αξιολογήσεις διατήρησης αποτελέσματος

Ομάδα	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση
	M±SD	M±SD	M±SD
3 Προπονήσεων	0,67 ± 5,871	2,78 ± 7,440	0,00 ± 4,339
2 Προπονήσεων	2,14 ± 6,455	1,86 ± 3,592	0,86 ± 4,276
Ελέγχου	2,42 ± 4,963	4,25 ± 8,346	1,83 ± 5,875
F	0.407	0,304	0,196

\*  $p<.05$  \*\*  $p<.01$  \*\*\* $p<.001$

**Σχήμα 4.7.** Γραφική παράσταση των μέσων όρων της αίσθησης θέσης του γόνατος





## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### *Μέγιστη δύναμη*

Ο όρος μυϊκή δύναμη δηλώνει γενικά την ικανότητα του ανθρώπου να υπερνικά εξωτερικές αντιστάσεις ή το βάρος του σώματός του μέσω της ενέργειας των μυών. Διακρίνεται σε επιμέρους μορφές όπως η μέγιστη δύναμη (το μέγιστο φορτίο που μπορεί να υπερνικηθεί σε μια συγκεκριμένη κίνηση για μια επανάληψη – 1 μέγιστη επανάληψη, 1-ME), η μυϊκή ισχύς (η ικανότητα ανάπτυξης υψηλών τιμών δύναμης σε μικρό χρονικό διάστημα) και η μυϊκή αντοχή που ορίζεται ως η ικανότητα υπερνίκησης υψηλών φορτίων (>30% της 1-ME) για παρατεταμένο χρονικό διάστημα. Η ανάπτυξη των διαφόρων μορφών της δύναμης μέσω της προπόνησης με βάρη εξαρτάται από τον συνδυασμό των παραγόντων της επιβάρυνσης (φορτίο, επαναλήψεις, αριθμός σετ, διάλειμμα μεταξύ των σετ). Η χρήση υψηλού φορτίου βελτιώνει τη μέγιστη δύναμη, η χρήση μέσου φορτίου τη μυϊκή αντοχή και η χρήση χαμηλών έως υψηλών φορτίων με υψηλή ταχύτητα εκτέλεσης τη μυϊκή ισχύ. Σύμφωνα με τον Häkkinen και τους συνεργάτες (1985) η μέγιστη δύναμη κορυφαίων αθλητών της άρσης βαρών αυξάνεται ελάχιστα (2-5%), ακόμα και μετά από ένα ολόκληρο χρόνο συστηματικής προπόνησης. Από τα προαναφερόμενα φαίνεται ξεκάθαρα ότι κάθε προσπάθεια σύγκρισης της επίδρασης των διαφόρων προπονητικών προγραμμάτων είναι ιδιαίτερα δύσκολη χωρίς να ληφθεί υπ' όψη το αρχικό προπονητικό επίπεδο.

Οι σκελετικοί μύες αποτελούν έναν ειδικό ιστό ο οποίος τροποποιεί τη συνολική λειτουργική του ικανότητα ως ανταπόκριση στη χρόνια άσκηση με υψηλά φορτία (McDonald & Davies, 1984).

Η εντατική και παρατεταμένη προπόνηση δύναμης είναι γνωστό ότι προκαλεί συγκεκριμένες νευρομυϊκές και ορμονικές προσαρμογές στο ανθρώπινο σώμα ύστερα από μερικούς μήνες, ενώ αλλαγές στη μορφολογική δομή του μυϊκού ιστού εμφανίζονται αργότερα (Guezennec et al., 1986; Sale et al., 1988).

Η άσκηση με δονήσεις αποτελεί ένα νέο είδος άσκησης το οποίο έχει σχεδιαστεί με βάση την ενεργοποίηση των μυών μέσω του νωτιαίου αντανακλαστικού. Σχετικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί είτε σε αθλητές υψηλού επιπέδου (Bosco et al., 1999), είτε σε άτομα που πάσχουν από οστεοπόρωση (Spitzenpfel et al., 1997; Mester et al., 2006; Rubin et al., 1998, 2001) ή χρόνια πόνο στην μέση (Rittweger et al., 2002b).

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, μια μόνο συνεδρία προπόνησης με δονήσεις είναι ικανή να προκαλέσει διάφορες προσαρμογές σε παραμέτρους της φυσικής κατάστασης και πιο συγκεκριμένα στη μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία. Οι προσαρμογές αυτές εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους βιομηχανικούς παράγοντες που καθορίζουν την ένταση της δόνησης (μετατόπιση, συχνότητα και επιτάχυνση της ταλάντωσης) (Cardinale & Bosco 2003), καθώς επίσης και από άλλες παραμέτρους όπως είναι το προπονητικό επίπεδο των ασκουμένων (Issurin & Tenenbaum 1998), η γωνία της άρθρωσης στην οποία εφαρμόζεται το δονητικό ερέθισμα (Johnston et al., 1970; Eklund & Hagbarth, 1966) και η χρονική διάρκεια της άσκησης με δονήσεις (Rittweger et al., 2000).

Πιο συγκεκριμένα, η άσκηση με δονήσεις σύμφωνα με τον Issurin (1998) φαίνεται πως έχει μεγαλύτερη θετική επίδραση σε αθλητές υψηλού επιπέδου συγκριτικά με αυτούς που ασχολούνται ερασιτεχνικά. Το γεγονός αυτό ίσως να σχετίζεται με την υψηλότερη ευαισθητοποίηση των υποδοχέων του μυός και γενικότερα του κεντρικού νευρικού συστήματος των υψηλού επιπέδου αθλητών ως ανταπόκριση στο ερέθισμα το οποίο εφαρμόζεται. Επιπλέον, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, το δονητικό ερέθισμα προκαλεί αυξημένη διέγερση όταν οι μύες στους οποίους εφαρμόζεται έχουν διαταθεί (Eklund & Hagbarth, 1966). Έτσι, η επιλεγόμενη γωνία της άρθρωσης η οποία δέχεται το δονητικό ερέθισμα, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις προσαρμογές που προκαλεί η συγκεκριμένη αυτή μορφή προπόνησης.

Τέλος, όσον αφορά τη χρονική διάρκεια της άσκησης με δονήσεις, σύμφωνα με τον Rittweger και συνεργάτες (2000), μικρής σχετικά διάρκειας έκθεση δονητικών κυμάτων, είναι ικανή να προκαλέσει θετική επίδραση στην μέγιστη εκούσια συστολή του μυός λόγω αυξημένης διέγερσης του νευρικού συστήματος. Αντίθετα, μεγάλης διάρκειας προπόνηση με δονήσεις προκαλεί μείωση στην ικανότητα παραγωγής έργου του μυός (Rittweger et al., 2000, 2003) λόγω μειωμένης ικανότητας διατήρησης της υψηλής συχνότητας ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων (Bongiovanni et al., 1990).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, όταν το δονητικό ερέθισμα δεν είναι ικανό να προκαλέσει μυϊκό κάματο και είναι σχετικά μικρής διάρκειας, τότε μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη διεγερσιμότητα το κεντρικό νευρικό σύστημα καθώς και να αυξήσει την ικανότητα παραγωγής δύναμης των ασκουμένων (Cardinale & Bosco, 2003). Αντίθετα, όταν τα δονητικά κύματα είναι μεγάλης έντασης, τέτοιας που να προκαλούν κάματο, τότε η ικανότητα παραγωγής δύναμης μειώνεται σημαντικά.

### ***Ευκαμψία***

Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μύες ή τους τένοντες (Lo et al, 2000). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών. Η επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους, η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Τη μυϊκή αυτή χαλάρωση έχει σα στόχο η προπόνηση με δονήσεις όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις (Stewart et al, 2007; McArdlen et al 2000; Lo et al 2000).

Κατά την εκτέλεση ασκήσεων, οι οποίες στοχεύουν στη βελτίωση της ευκαμψίας, η ελαστικότητα που αποκτά ο μυς δεν επιδρά στο μήκος του ή στη στιγμιαία σύσπαση του σαν ανταπόκριση στη διάταση. Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Cochrane et al, 2005), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Winter, 1990; Hollins et al 1996; Lephart et al 2000; Abercromby et al 2007).

### ***Αρχικές αξιολογήσεις***

#### ***Μέγιστη δύναμη***

Πριν την έναρξη του προγράμματος πραγματοποιήθηκε μέτρηση της μέγιστης δύναμης με σκοπό την καταγραφή των αποτελεσμάτων της κάθε ασκούμενης πριν την έναρξη του προγράμματος. Η αξιολόγηση των αρχικών μετρήσεων έδειξε ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των ομάδων πριν την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος προπόνησης και ότι οι συμμετέχουσες βρισκόταν σε κάποιο καλό επίπεδο μέγιστης δύναμης συγκρινόμενο με άλλες έρευνες.

Κατά το σχεδιασμό ενός προγράμματος με δονήσεις θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το προπονητικό επίπεδο του ασκούμενου. Σύμφωνα με στοιχεία διαφόρων ερευνών, αθλητές υψηλού επιπέδου, βελτίωσαν σημαντικά την ικανότητα παραγωγής δύναμης, ύστερα από προπόνηση με δονήσεις (Bosco et al., 1999a, 1999b), ενώ απροπόνητα άτομα εμφάνισαν μείωση μετά την εφαρμογή παρόμοιων προπονητικών πρωτοκόλλων (De Ruiter et al., 2003).

Σε προηγούμενες έρευνες έχει αναφερθεί ότι συχνότητες κάτω από 20Hz προκαλούν μυϊκή χαλάρωση, ενώ συχνότητες πάνω από 50Hz οδηγούν σε μυϊκό κάματο αγύμναστα άτομα (Rittweger et al., 2003).

### ***Ευκαμψία***

Η αύξηση της ευκαμψίας οφείλεται στην αύξηση της ανεκτικότητας του μυός στην εκτελούμενη διάταση (Rittweger et al., 2000), κάτι το οποίο ίσως να συμβαίνει έπειτα από προπόνηση με δονήσεις. Η ελαστικότητα του μυός αλλάζει μόνο μετά από τη σχετική προθέρμανση, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη αιματική ροή των μυών (Rittweger et al., 2000; Stewart et al., 2007).

Στην παρούσα έρευνα η καταγραφή των αποτελεσμάτων για την αξιολόγηση των ασκουμένων έγινε σε μοίρες, όπου δεν διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές στην ευκαμψία στις αρχικές αξιολογήσεις.

Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα σχετικής έρευνας του Bosco και συνεργατών (1992). Έπειτα από την εφαρμογή δονήσεων στους τένοντες, συχνότητας 80Hz και διάρκειας 30 δευτερολέπτων, από τα αποτελέσματα προκύπτει αυξημένη νευρική ενεργοποίηση και όχι αλλαγές στα συστατικά στοιχεία του μυός. Η αύξηση της ανεκτικότητας των μυών στη διάταση, δεν έχει θετικές επιδράσεις στην αποφυγή τραυματισμών, ενώ μια σωστή προθέρμανση, η οποία δε θα περιλαμβάνει έκκεντρες συστολές, έχει καλύτερα αποτελέσματα (Torvinen et al., 2002; Cochrane 2005).

Τέλος, η προπόνηση με δονήσεις που στοχεύει στην αύξηση του εύρους κίνησης, αφορά αθλητές των οποίων τα αθλήματα απαιτούν μεγάλη ευκαμψία, όπως είναι οι γυμναστές (Bosco, 1992).

Σύμφωνα λοιπόν με τις βιβλιογραφικές αναφορές, και βάση των συγκρίσεων που έγιναν μεταξύ μη αθλητών (Bosco, 1992; Torvinen et al., 2002; Rittweger et al., 2000), διαπιστώθηκε ότι η προπόνηση βιομηχανικής διέγερσης επιφέρει μια βελτίωση της ευκαμψίας των κάτω άκρων.

### ***Τελικές αξιολογήσεις***

#### ***Μέγιστη δύναμη***

Μετά την εφαρμογή των 12 προπονητικών μονάδων, (διάρκεια του προγράμματος 8 εβδομάδες με συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα για την 1<sup>η</sup> ομάδα και 2 φορές την



εβδομάδα για την 2<sup>η</sup> ομάδα ), τα άτομα που συμμετείχαν στο πρόγραμμα άσκησης και των δυο ομάδων είχαν βελτιώσει την μέγιστη δύναμη όπως αυτή αξιολογήθηκε από την μέτρηση στο μηχάνημα πύσεων ποδιών (leg press). Αντίθετα, τα άτομα που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου, δεν είχαν καμία διαφοροποίηση σε κανένα επίπεδο εφόσον δεν συμμετείχαν ενεργά σε κανένα επίπεδο της προπόνησης.

Στην παρούσα έρευνα, γυναίκες ερασιτεχνικού επιπέδου εμφάνισαν μεγάλη αύξηση στην μέγιστη δύναμη, έπειτα από την πραγματοποίηση παρεμβατικού προγράμματος προπόνησης με δονήσεις χαμηλής έντασης (30 Hz).

Γεγονός πάντως είναι πως τέτοιου είδους προσαρμογές εμφανίζονται έπειτα από μακροχρόνια προπόνηση άσκησης με εξωτερικές αντιστάσεις (Hakkinen and Komi, 1985; Coyle et al., 1981). Σκοπός της παρούσας καταγραφής της κατάστασης των ασκουμένων από την υλοποίηση των τεστ ήταν να διαπιστωθούν στο τέλος του προγράμματος καθώς και στην περίοδο διατήρησης οι μεταβολές που θα υπάρξουν.

### ***Ευκαμψία***

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας σε όλα τα τεστ που εφαρμόστηκαν κατεγράφησαν σημαντικές βελτιώσεις αλλά λιγότερο εντυπωσιακές στην ευκαμψία.

Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι η εφαρμογή ενός προγράμματος με δονήσεις συμβάλλει σημαντικά στην βελτίωση της ευκαμψίας και έρχεται σε συμφωνία με παρόμοιες έρευνες άλλων ερευνητών που έχουν γίνει στο παρελθόν.

Για την αξιολόγηση του δείγματος της παρούσας έρευνας, πραγματοποιήθηκαν δοκιμασίες με την χρήση γωνιομέτρου. Αντίστοιχες, αναφορές γίνονται στην βιβλιογραφία.

Σύμφωνα με τον Lephart και τους συνεργάτες (2000), η προπόνηση με δονήσεις επηρεάζει τους αισθητήρες του πόνου, αυξάνοντας και το κατώφλι. Σε σχετική έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Issurin και τους συνεργάτες (1994), μελετήθηκε η επίδραση του δονητικού ερεθίσματος στην ευκαμψία νεαρών αθλητών. Από τα αποτελέσματα προκύπτει στατιστικά σημαντική αύξηση της ευκαμψίας κατά 8,7%, ύστερα από ένα πρόγραμμα με δονήσεις, οι οποίες εφαρμόζονταν τοπικά στους μύες, διάρκειας 3 εβδομάδων. Η προπόνηση δονήσεων έχει αναλγητικές επιδράσεις τόσο κατά τη διάρκεια, όσο και μετά την απευθείας εφαρμογή του ερεθίσματος στους μύες ή τους τένοντες (Τοκμακίδης & Καρακύριου, 2006). Επιπλέον, οι μυϊκές δονήσεις αυξάνουν την τοπική αιματική ροή κάτι το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των καρδιακών παλμών. Η



επίδραση αυτή οδηγεί σε αύξηση της ελαστικότητας των μυών και σε περαιτέρω βελτίωση της ευκαμψίας. Από την άποψη της νευροφυσιολογίας, οι επιδράσεις της προπόνησης με δονήσεις, που παρατηρούνται κατά την εκτέλεση διατάσεων, οφείλονται στον ερεθισμό των τενόντιων οργάνων του Golgi. Αντίθετα με τις μυϊκές ατράκτους, η διέγερση των σωματιδίων αυτών έχει σαν αποτέλεσμα την αναστολή της σύσπασης και οδηγεί στην χαλάρωση των μυών. Τη μυϊκή αυτή χαλάρωση έχει σα στόχο η προπόνηση με δονήσεις όταν γίνεται σε συνδυασμό με διατατικές ασκήσεις (Rittweger et al., 2000).

Συγκεκριμένα, σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε αθλήτριες πετοσφαίρισης επαγγελματικού επιπέδου εξετάστηκε η επίδραση της προπόνησης με δονήσεις στη μηχανική συμπεριφορά των σκελετικών μυών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε στατιστικά σημαντική αύξηση της ισορροπίας, της μέσης δύναμης και της ευκαμψίας, ενώ οι καμπύλες ταχύτητας-δύναμης καθώς και ισχύος-δύναμης μετατοπίστηκαν προς τα δεξιά μετά την εφαρμογή του δονητικού ερεθίσματος (Bosco et al, 1999). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι μετατόπιση της καμπύλης δύναμης-ταχύτητας παρατηρείται ύστερα από προπόνηση δύναμης αρκετών εβδομάδων (Hakkinen & Komi, 1985). Η βελτίωση της σχέσεως δύναμης-ταχύτητας αποδόθηκε στη βελτίωση της νευρομυϊκής συμπεριφοράς η οποία προκλήθηκε από την αυξημένη ενεργοποίηση των ανώτερων κινητικών κέντρων (Milner-Brown et al., 1985).

Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό το πρόγραμμα άσκησης να είναι ελεγχόμενο και αυστηρά μεθοδευμένο, έτσι ώστε να παρέχονται όχι μόνο οι απαραίτητες οδηγίες στους ασκούμενους αλλά και να γίνεται αυστηρός έλεγχος της σωστής εκτέλεσης των ασκήσεων. Οι επιστημόνες αυτές θεωρήθηκαν απαραίτητες και τηρήθηκαν αυστηρά κατά των σχεδιασμό της παρούσας έρευνας. Κρίθηκε σκόπιμο να κατανοήσουν οι γυναίκες που συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία την σπουδαιότητα της αυτοσυγκέντρωσης, που θα πρέπει να έχουν κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος άσκησης, αλλά και την σωστή τοποθέτηση του σώματός τους, για την κατάλληλη ενεργοποίηση και εξάσκηση του νευρομυϊκού μηχανισμού.

### *Αξιολογήσεις διατήρησης*

4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος άσκησης με δονήσεις.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, η εφαρμογή προπόνησης με δονήσεις, συνολικής διάρκειας μόνο 7 λεπτών, είναι ικανή να προκαλέσει οξείες ανταποκρίσεις, οι οποίες σχετίζονται με την μέγιστη δύναμη. Σύμφωνα με τα όσα

αναφέρθηκαν παραπάνω, οι ανταποκρίσεις αυτές σχετίζονται άμεσα και σε μεγάλο βαθμό με την συχνότητα των δονητικών κυμάτων καθώς και με τη διάρκεια του.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων διατήρησης της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας κατόπιν αντίστοιχων μετρήσεων, διαπιστώθηκε ότι όλες οι ασκούμενες που έλαβαν μέρος στα παρεμβατικά προγράμματα άσκησης διατήρησαν τις βελτιώσεις στην ικανότητα της μέγιστης δύναμης και της ευκαμψίας 1 μήνα μετά την ολοκλήρωση των παρεμβατικών προγραμμάτων και μάλιστα είχαν και μια μικρή αύξηση που μάλλον οφείλεται στο ότι ξεκουράστηκαν . Συγκεκριμένα σε όλα τα τεστ που εφαρμόστηκαν, σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων και των αξιολογήσεων διατήρησης, τόσο στην μέγιστη δύναμη όσο και στην ευκαμψία. Στην βιβλιογραφία δεν γίνονται αναφορές αντίστοιχων ερευνών, όπου κάποιο διάστημα μετά την εφαρμογή και ολοκλήρωση προγράμματος εξάσκησης με δονήσεις να πραγματοποιούνται αξιολογήσεις διατήρησης.

Σημαντικό επίσης είναι να επισημανθεί ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων όσον αφορά τις μέρες προπόνησης. Δηλαδή τα αποτελέσματα και στις δυο ομάδες είναι ίδια όσον αφορά την μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία τόσο για την ομάδα που πραγματοποιούσε 2 φορές τη βδομάδα προπόνηση όσο και για την ομάδα που πραγματοποιούσε 3 φορές την εβδομάδα προπόνηση.

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Οι μηχανικές δονήσεις αποτελούν μια πηγή ερεθίσματος στην οποία το ανθρώπινο σώμα είναι εκτεθειμένο κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων. Αυτό που διαφέρει είναι η προέλευση των δονήσεων. Για παράδειγμα, οι δονήσεις μπορεί να προέρχονται από τα μέσα μεταφοράς, όπως είναι τα οχήματα, τα τρένα, τα αεροπλάνα, καθώς και από διάφορα εργαλεία ή μηχανήματα όπως είναι το σφυρί, το κομπρεσέρ και το πριόνι (Griffin, 1996). Επίσης, και ο μυϊκός ιστός δονείται τόσο κατά την ηρεμία όσο και κατά την άσκηση, σε διαφορετικές συχνότητες.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δείχνουν ότι η εφαρμογή της άσκησης με δονήσεις είναι ικανή να προκαλέσει αύξηση της νευρομυϊκής απόδοσης όπως αυτή εκφράζεται από την μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, στις οποίες παρατηρήθηκε άμεση αύξηση στην ικανότητα παραγωγής δύναμης έπειτα από προπόνηση με δονήσεις διάρκειας 4-5 λεπτών και συχνότητας 15-30Hz (Torvinen et al., 2002; Bosco et al., 1999a, 1999b, 1998).

Μέρος της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η καταγραφή των διαφοροποιήσεων μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου, μετά την ολοκλήρωση του παρεμβατικού προγράμματος δόνησης στην μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία. Έτσι, βάση των αποτελεσμάτων, σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των δυο πειραματικών ομάδων και της ομάδας ελέγχου, οι οποίες διατηρήθηκαν και 1 μήνα έπειτα από την λήξη του παρεμβατικού προγράμματος προπόνησης.

Συγκεκριμένα σε όλα τα τεστ που εφαρμόστηκαν, σημειώθηκαν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των αρχικών αξιολογήσεων και των αξιολογήσεων διατήρησης, τόσο για την μέγιστη δύναμη όσο και για την ευκαμψία. Στην βιβλιογραφία δεν γίνονται αναφορές αντίστοιχων ερευνών, όπου κάποιο διάστημα μετά την εφαρμογή και ολοκλήρωση προγράμματος εξάσκησης με δονήσεις να πραγματοποιούνται αξιολογήσεις διατήρησης.

Σημαντικό επίσης είναι να επισημανθεί ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων όσον αφορά τις μέρες προπόνησης. Δηλαδή τα αποτελέσματα και στις δυο ομάδες είναι ίδια όσον αφορά την μέγιστη δύναμη και την ευκαμψία τόσο για την ομάδα που πραγματοποιούσε 2 φορές τη βδομάδα προπόνηση όσο και για την ομάδα που πραγματοποιούσε 3 φορές την εβδομάδα προπόνηση.

Συμπερασματικά αξίζει να σημειωθεί ότι, η επιβάρυνση που δέχονται οι ασκούμενες έπειτα από την εκτέλεση μιας προπόνησης με δονήσεις μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της μέγιστης δύναμης και της ικανότητας ευκαμψίας όπως έμμεσα αυτή μπορεί να αξιολογηθεί από αντίστοιχα τεστ.

### ***Προτάσεις***

Η προπόνηση με δονητικά κύματα αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο για την βελτίωση της νευρομυϊκής απόδοσης αθλητριών διαφορετικού επιπέδου. Ωστόσο, μέχρι τώρα δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία, τα οποία να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός συγκεκριμένου προπονητικού πρωτοκόλλου καθώς σημαντικό ρόλο παίζει η δυνατότητα προσαρμογής του κάθε ατόμου ξεχωριστά στο δονητικό ερέθισμα. Ένας τρόπος για την εξατομίκευση των προπονητικών προγραμμάτων είναι η χρησιμοποίηση ηλεκτρομυογραφήματος προκειμένου να εκτιμηθούν οι ανταποκρίσεις στις διαφορετικές συχνότητες (Cardinale & Bosco, 2003).

Επιπλέον, η νέα αυτή μέθοδος προπόνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης και πλειομετρικών ασκήσεων, καθώς σύμφωνα με τα στοιχεία διαφόρων ερευνών, κατά τη διάρκεια άσκησης με δονήσεις ενεργοποιείται ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης. Επίσης, τα δονητικά κύματα προκαλούν αντανakλαστική σύσπαση των μυών η οποία οφείλεται τόσο στις μικρές και γρήγορες αλλαγές του συμπλέγματος μυ-τένοντα, όσο και στις μετατοπίσεις των αρθρώσεων που σχετίζονται με την ταλαντωτική κίνηση του μηχανήματος που παράγει τα δονητικά κύματα. Οι παραπάνω προσαρμογές είναι ίδιες με αυτές που προκαλούνται κατά τη διάρκεια πλειομετρικών ασκήσεων. Κατά την έκθεση όμως σε προπόνηση με δονήσεις η επιβάρυνση που δέχονται οι αρθρώσεις είναι κατά πολύ μειωμένη λόγω των περιορισμένων κραδασμών. Ακόμα, οι προσαρμογές του ορμονικού συστήματος κατά την πραγματοποίηση προγραμμάτων που περιλαμβάνουν δονήσεις, μπορούν να ληφθούν υπόψη στην εφαρμογή ενός προγράμματος αποκατάστασης διαφόρων παθήσεων.

Συμπερασματικά, περαιτέρω έρευνες θα πρέπει να πραγματοποιηθούν προκειμένου να αποσαφηνιστεί ο ακριβής νευροφυσιολογικός μηχανισμός, ο οποίος εμπλέκεται κατά τη διάρκεια άσκησης με μηχανικές δονήσεις και προκαλεί τις προσαρμογές σε διάφορες ομάδες του πληθυσμού. Η άσκηση με δονήσεις αποτελεί μια νέα προπονητική μέθοδο, η οποία όπως προκύπτει από τη διεθνή βιβλιογραφία αφήνει ακόμα ανοικτά πολλά ερωτήματα. Η μελέτη και η κατασκευή συγκεκριμένων προπονητικών πρωτοκόλλων, τα

οποία θα απευθύνονται σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες, κρίνεται απαραίτητη προκειμένου η προπονητική αυτή μέθοδος να αποφέρει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και να είναι ασφαλής και αποτελεσματική.

### VIII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Oct;39(10):1794-800.
- Arcadel, C.S., Johnston, R. and Bishop, B. (1971). The Achilles tendon reflex and the H-response during and after tendon vibration. *Physical Therapy*, 51, 889-902.
- Armstrong, T.J., Fine, L.J., Radwin, R.G. and Silverstein, B.S. (1987). Ergonomics and the effect of vibration in hand intensive work. *Scandinavian Journal of Work, Enviroment and Health*. 13, 286-289.
- Bongiovanni LG, Hagbarth KE, Stjernberg L. (1990). Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *Journal Physiology (Lond)*, 423, 15-26.
- Bosco, C., M. Iacovelli, O. Tsarpela, M. Cardinale, M. Bonifazi, J. Tihanyi, M. Viru, A. De Lorenzo, and A. Viru. (2000). Hormonal responses to whole body vibrations in man. *European Journal of Applied Physiology* 81, 449–454.
- Bosco C., M. Cardinale, and O. Tsarpela. (1999). The influence of vibration on arm flexors mechanical power and EMG activity of biceps brachii. *European Journal of Applied Physiology*. 79, 306–311.
- Bosco C, Colli R, Cardinale M, Tsarpela O, Bonifazi M. (1999). Effect of acute whole body vibration on mechanical behavior of skeletal muscle and hormonal profile. In: Lyritis, editor. Musculo-skeletal interactions; basic and clinical aspects. *Proceedings of the 2nd international congress. Athens: Hylonome*.
- Bosco C., R. Colli, E. Introini, M. Cardinale, O. Tsarpela, A. Madella, J. Tihanyi, S.P. von Duvillard, and A. Viru. (1999). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clinical Physiology*. 19, 183–187.
- Bosco C. (1992). The effects of extra-load permanent wearing on morphological and functional characteristics of leg extensor muscles. Published Doctoral Thesis, Universite Jean-Monnet de Saint Etienne, France.
- Brown, M.C., Engberg, I. And Matthews, P.B.C. (1967). The relative sensitivity to vibration of muscle receptors of the cat. *Journal Physiology*. 192, 516-521.



- Cardinale M., Bosco C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews*, 31(1), 3-7.
- Cochrane DJ, Stannard SR. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *British Journal of Sports Medicine* Nov;39(11):860-5.
- Coyle E, Feirin C, Rotkis T, Cote R, Roby F, Lee W, Wilmore J. (1981). Specificity of power improvements through slow and fast isokinetic training. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 1437-1442.
- De Ruiter CJ, Van Der Linden RM, Van Der Zijden MJ, Hollander AP, De Haan A. (2003). Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *European Journal of Applied Physiology* 88, 472-5.
- Eklund G, Hagbarth KE. (1966). Normal variability of tonic vibration reflexes in humans. *Experimental Neurology* - Elsevier 16, 80-92.
- Granit, R. (1970). *The Basis of Motor Control*. London: Academic Press.
- Griffin, M.J. (1996). *Handbook of Human Vibration*. San Diego: Academic Press.
- Guezennec Y., Leger L., Lhoste F., Aymonod M. and Pesquies P. C. (1986). Hormone and metabolic response to weight-lifting training sessions. *International Journal of Sports Medicine* 7, 100-105.
- Hagbarth K.E., and G. Eklund. (1965). Motor effects of vibratory stimuli in man. In: *Muscular Afferent and Motor Control*, edited by R. Granit. Stockholm: Almqvist and Wiksell, 177-186.
- Hakkinen K, Komi PV. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensors muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 7, 65-76.
- Hollins M, Roy EA. (1996). Perceived intensity of vibrotactile stimuli: the role of mechanoreceptors channels. *Somatosens Mot Res* 13, 273-86.
- Issurin, V.B., and G. Tenenbaum. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *European Journal of Sports Science* 17, 177-182.

- Issurin, V.B., D.G. Liebermann, G. Tenenbaum. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *European Journal of Sports Science*. 12, 561–566.
- Issurin, V. and Temnov, P. Biomechanische effecten van vibro-stimulatie op de maximale Kracht en de Krachtuithouding. (1990). *Werktekst Algemene Clinic, Sportfysiologie trainings leer*. R.U.Gent 1-8.
- Johnston, R., Bishop, B. and Coffey, G.H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscle. *Physical Therapy*, 50, 499-505.
- Lephart and Fu. (2000). Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability, *Human Kinetics*.
- Lo I., Fowler P. (2000). Surgical Considerations Related to Proprioception and Neuromuscular Control.
- Matthews, P.B.C. (1966). The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon. *Journal of Physiology*, 184, 450-472.
- Matyas, T.A. Golea, M.P. and Spicer, S.D. (1986). Facilitation of the maximum voluntary contraction in hemiplegia by concomitant cutaneous stimulation. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 65, 125-138.
- McArdlen WD, Katch FI and Katch VL. (1991). *Exercise physiology*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- McArdlen W., Katch F., Katch V. (2000). *Essentials of Exercise Physiology*. 2<sup>nd</sup> Edition, Lippincott Williams & Wilkins,
- McDonald M.J.N. & Davies C.T.M. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal of Applied Physiology*, 52:139-155, 1984.
- Mester J., Kleinodeh H., Yue Z. (2006). Vibration training: benefits and risks, *Journal of biomechanics*, volume 39, issue 6, pages 1056-1065,.
- Milner-Brown H.S., Stein R.B., Lee R.G. (1975). Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroenceph. Clinical Neurophysiology*. 38, 245-254.
- Pope M, Magnuson M, Wilder D. (1998) Low back pain and whole body vibration. *Clinical Orthopaedics and Related Research (CORR)*, 354, 241-248.

- Pyykko, I., Farkkila, M., Toivanen, J., Korhonen, O. and Hyvarinen, T. (1976). Transmission of vibration in the hand-arm system with special reference to changes in the compression force and acceleration. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*. 2, 87-95.
- Ribot-Ciscar, E., J.P. Vedel, and J.P. Roll. (1989). Vibration sensitivity of slowly and rapidly adapting cutaneous mechanoreceptors in the human foot and leg. *Neuroscience Letters-Elsevier* 104, 130–135.
- Rittweger J, Mutschellknauss M, Felsenberg D. (2003). Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*; 23, 81-6.
- Rittweger J., Ehrig J., Mutschelknauss M., Kirsch KA., Felsenberg D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude and external load. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 428-432.
- Rittweger, J., G. Beller and D. Felsenberg. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole body vibration exercise in man. *Clinical Physiology*. 20, 134–142.
- Rubin C, Recker H, Cullen D, Ryaby J, McLeod K. (1998). Prevention of bone loss in a post-menopausal population by low-level biomechanical intervention. *Bone-Elsevier*, 23 (S Suppl.): 174 Abstract.
- Sale D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 20, 135-145.
- Samuelson, B., Jorfeldt, L. and Ahlberg, B. (1989). Influence of vibration on endurance of maximal isometric contraction. *Clinical Physiology*, 9, 21-25.
- Stewart JA, Cochrane DJ, Morton RH. (2007). Differential effects of whole body vibration durations on knee extensor strength. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. [Epub ahead of print]
- Spitzenpfeil P., Mester J. (1997). Carving and ski technique-aspects of biological regulation. *Sportverletz Sportschaden*, 11, 134-136.
- Torrey, J. (1985). *Stretching the Limits*. New York: Dodd, Mead & Co.

- Torvinen, S., P. Kannus, H. Sievanen, T.A.H. Jarvinen, M. Pasanen, S. Kontulainen, T.L.N. Jarvinen, M. Jarvinen, P. Oja, and I. Vuori. (2002). Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomised cross-over study. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 22, 145–152.
- Torvinen S, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P. (2002) Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 374-9.
- Vrijens, J. (1990) *Basic principles in strength training*. In *International Seminar on Kayak-Canoe Coaching and Sciences*, Budapest: ICF, 25-42.
- Winter DA. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*, 2<sup>nd</sup> ed. New York: Wiley, 191-212,
- Αντωνάκης Ε., Δούδα Ε., Πυλιανίδης Θ., Τοκμακίδης Σ., (2006) Άμεση επίδραση της άσκησης με δονήσεις στην αλτική ικανότητα και την ευκαμψία , περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης *Άθληση & Κοινωνία*, τεύχος 43, σελ. 7 – 14, Κομοτηνή.
- Τοκμακίδης Σ. Π, Καρακύριου Σ. Κ., (2006) Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μιας εναλλακτικής μορφής άσκησης με μηχανικές δονήσεις – vibrations , περιοδικό Αθλητικής Επιστήμης *Άθληση & Κοινωνία*, τεύχος 43, σελ. 30 – 39, Κομοτηνή.